

Bergische Universität – Gesamthochschule Wuppertal
Fachbereich Sicherheitstechnik

Biologische Belastungen der Beschäftigten
in der Landwirtschaft

Habilitationsschrift zur Erlangung der Venia legendi im Fach
„Arbeitsphysiologie und Arbeitsmedizin“
am Fachbereich Sicherheitstechnik der
Bergischen Universität – Gesamthochschule Wuppertal

vorgelegt von

Dr. med. Monika Annemarie Rieger

Wuppertal 2001

für Anke

- und Ronja

Danksagung

Herzlichen Dank an meine Freundinnen und Freunde.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.rer.nat. Dr.med. F. Hofmann, der meinen Weg in die Arbeitsmedizin förderte. Aus der Zusammenarbeit mit ihm entstand für mich die Fragestellung der vorliegenden Arbeit und fand großzügige Unterstützung. Meine Tätigkeit an seinem Lehrstuhl im Fachbereich Sicherheitstechnik der Bergischen Universität – Gesamthochschule Wuppertal eröffnete mir die Möglichkeit, Untersuchungen mit einem interdisziplinären wissenschaftlichen Ansatz durchzuführen. Für die kritische Durchsicht und Diskussion der Habilitationsschrift sei ihm wie auch Herrn Prof. Dr.-Ing. B.H. Müller, Wuppertal, herzlich gedankt.

Wichtige Impulse im Hinblick auf die infektiologischen und serologisch-methodologischen Aspekte der vorliegenden Arbeit erhielt ich von Herrn Prof. Dr. D. Neumann-Haefelin, Freiburg. Ihm möchte ich an dieser Stelle herzlich danken – auch für die gründliche Korrektur von manch' vorgelegtem Manuskript.

Die Bearbeitung der epidemiologischen Fragestellungen im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen wäre ohne die Unterstützung und den ausgesprochen wertvollen fachlichen Rat von Herrn Dr. rer.sec. Matthias Nübling, Freiburg, nicht möglich gewesen. Vielen Dank für die unermüdliche Hilfsbereitschaft gepaart mit freundschaftlicher Begleitung!

Die Konzepte zur messtechnischen Erfassung und Beurteilung der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe wurden durch die Diskussion mit Herrn Dr.-Ing. Ralf Steinberg und Herrn Dr. rer.nat. Michael Lohmeyer verfeinert. Hierfür wie auch für die Bereitschaft, Messungen vor Ort zu begleiten, möchte ich herzlich danken.

Mein herzlicher Dank gilt auch Frau Monika Lahr: ihre Einsatzbereitschaft und Unterstützung ermöglichte die Durchführung einer Fülle von Untersuchungen. Ihre Herzlichkeit ließ manchen Rückschlag im Studienfortgang leichter verkraften.

Last but not least: an vielen der vorgestellten Studien arbeiteten Kolleginnen und Kollegen in Freiburg und Wuppertal mit, und Studierende erbrachten Studienleistungen. Ihnen allen, genannt in alphabetischer Reihenfolge, möchte ich hiermit danken.

Waltraud Bitzenhofer, Nicole Blomberg, Heinz-Dieter Bresgen, Rolf van Bürck, Martin Czygan, Heiko Diefenbach, Ralf Dumentat, Markus Egelhaaf, Armin Fuchs, Jenny Gänge, Hans-Martin Hasselhorn, Sabine Hess, Ulrich Hückinghaus, Danielle Kampa, Jan Klemme, Nenad Kralj, Martina Michaelis, Stephan Neuhaus, Michael Paas, Thomas Sommer, Geesche Spilker, Beate Vollmer-Kary, Ulrich Vornhof, Wiebke Wangerin

Wesentliche Teile dieser Arbeit wurden wie folgt veröffentlicht:

1. Hofmann, F., Rieger, M.A., Nübling, M., Tiller, F.W.: FSME: erhöhte Seroprävalenz bei Angehörigen von Forstberufen, Ärzteblatt Baden-Württemberg, 52, 1997, 16-17.
2. Rieger, M.A., Nübling, M., Huwer, M., Müller, W., Hofmann, F.: Untersuchungen zur Epidemiologie der Frühsommer-Meningoenzephalitis: Nehmen Rinder am Zyklus der Virusübertragung im südwestdeutschen Endemiegebiet teil? Erste Mitteilung., Immunität und Infektion, 2/97, 52-57.
3. Rieger, M.A., Nübling, M., Kaiser, R., Tiller, F.W., Hofmann, F.: Tick-borne encephalitis - which professions are at increased risk? in: Süss, J., Kahl, O. (eds.) Tick-borne Encephalitis and Lyme Borreliosis, 4th International Potsdam Symposium on Tick-borne Diseases, 21.-22. Februar 1997, Pabst Science Publishers, Lengerich, 1997, 165-174.
4. Rieger, M.A., Nübling, M., Hofmann, F., Müller, W.: FSME-Seroprävalenz bei Rindern in einem Endemiegebiet, Poster 108 auf dem 4. Deutschen Kongreß für Infektions- und Tropenmedizin, Chemotherapie Journal, 6, Supplement 15, 1997, 54.
5. Nübling, M., Hofmann, F., Rieger, M., Tiller, F.-W.: FSME (TBE): Berufsrisiko in den Forstberufen? Risiko durch Freizeitexposition?, Poster 107 auf dem 4. Deutschen Kongreß für Infektions- und Tropenmedizin, Chemotherapie Journal, 6, Supplement 15, 1997, 54.
6. Rieger, M.A., Hofmann, F., Nübling, M., Tiller, F.W.: FSME und Borreliose: erhöhtes Infektionsrisiko bei Angehörigen von Forstberufen?, in: Borsch-Galetke, E., Siegmann, S. (Hrsg.): Dokumentationsband über die 37. Jahrestagung der DGAUM in Wiesbaden, 12.-15. Mai 1997, Rindt-Druck, Fulda, 1997, 587-589.
7. Rieger, M.A., Nübling, M., Kaiser, R., Tiller, F.W., Hofmann, F.: FSME-Infektionen durch Rohmilch – welche Rolle spielt dieser Infektionsweg? Untersuchungen aus dem südwestdeutschen FSME-Endemiegebiet, Gesundheitswesen, 60, 1998, 348-356.
8. Kaiser, R. und die Teilnehmer der Expertenkonferenz: Frühsommermeningoenzephalitis und Lyme-Borreliose – Prävention vor und nach Zeckenstich, Deutsche Medizinische Wochenschrift, 123, 1998, 847-853.
9. Rieger, M.A.: Frühsommermeningoenzephalitis, in: Hofmann, F. (Hrsg.), Infektion, ecomed, Landsberg, 26. Erg.Lfg., 1998, Kapitel IV-4.13.
10. Rieger, M.A., Nübling, M., Kaiser, R., Hofmann, F.: Die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) als arbeitsmedizinisches Problem: Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Studie, Symposium Medical, Heft 5/1998 Arbeitsmedizin, 1998, 13-14.

11. Rieger, M. A., Nübling, M., Wangerin, W., Kampa, D., Batsford, S., Neumann-Haefelin, D., Hofmann, F.: Zecken-assoziierte Erkrankungen in der Landwirtschaft – erhöhtes Risiko für Borreliose und FSME? in: Arnold-Schulz-Gahmen, B.E., Ehrenstein, W. E. (Hrsg.): Arbeitsphysiologie für Nachwuchswissenschaftler, 2. Tagung in Dortmund vom 20. - 22. November 1998, Institut für Arbeitsphysiologie Dortmund, 1998, 26.
12. Rieger, M.A., Nübling, M., Kaiser, R., Hofmann, F.: Die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) als arbeitsmedizinisches Problem: Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Studie, in: Hallier, E., Bünger, J. (Hrsg.): Dokumentationsband über die 38. Jahrestagung der DGAUM in Wiesbaden, 11.-14. Mai 1998, Rindt-Druck, Fulda, 1998, 365-368.
13. Nübling, M., Rieger, M.A., Spilker, G., Hofmann, F., Kaiser, R.: Zum FSME-Risiko nach Zeckenstich in einem Risikogebiet. Epi Bull., 12/99 (26.03.1999), 76-77.
14. Rieger, M.A., Nübling, M., Hofmann, F.: Die Frühsommermeningoenzephalitis als arbeitsmedizinisches Problem. Ergo-Med, 23 (2), 72-85, 1999.
15. Rieger, M.A., Hofmann, F.: Frühsommermeningoenzephalitis. In: Konietzko, J., Dupuis, H.: Handbuch der Arbeitsmedizin, 22. Erg. Lfg., 1999, ecomed Landsberg, IV-4.2.23
16. Rieger, M.A., Hofmann, F.: Borreliose. In: Konietzko, J., Dupuis, H.: Handbuch der Arbeitsmedizin, 23. Erg. Lfg., 1999, ecomed Landsberg, IV-4.2.7
17. Nübling, M., Rieger, M.A., Spilker, G., Kaiser, R., Hofmann, F.: Schätzung von Erkrankungsrisiken mit Daten aus Befragungsstudien und Erkrankungsstatistiken (FSME nach Zeckenstich), Gesundheitswesen, 61, 1999, A 141.
18. Nübling, M., Rieger, M.A., Wangerin, W., Batsford, S., Tiller, F.W.: Zum beruflichen Borreliose-Risiko in der Land- und Forstwirtschaft. In: Rettenmeier, A.W. und Feldhaus, C. (Hrsg.): Dokumentationsband über die 39. Jahrestagung der DGAUM in Wiesbaden, 17.-20. Mai 1999, Rindt-Druck, Fulda, 1999, 207-211.
19. Rieger, M.A., Nübling, M., Wangerin, W., Kampa, D., Batsford, S., Neumann-Haefelin, D., Hofmann, F.: Exposure to Tick-borne Pathogens Due to Agricultural Work: TBE Virus and Borrelia burgdorferi s.l. in southwestern Germany, JASH, 5, 1999, 49-58.
20. Rieger M.A., Neumann-Haefelin, D., Gregersen, J.P., Nübling, M., Hofmann, F.: Detection of antibodies against TBE virus by means of Western Blot: Confirmation of a High Level of false positive ELISA results in a population with low TBE-incidence, Zentralbl Bakteriol, 289, 1999, 620-627.
21. Rieger, M.A., Nübling, M., Müller, W., Hasselhorn, H.M., Hofmann, F., and the „TBE in foxes study group“: Foxes as indicators for TBE endemicity - a comparative serological investigation. Zentralbl Bakteriol 289, 1999, 610-618.

22. Nübling, M., Rieger, M.A., Wangerin, W., Batsford, S., Tiller, F.W., Hofmann, F.: Occupational risk of infections with *Borrelia burgdorferi* in agricultural and forestry workers?, *Zentralbl Bakteriol*, 289, 1999, 720-724.
23. Rieger, M.A., Hofmann, F.: Die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) – Möglichkeiten der prä- und postexpositionellen Prophylaxe, *Sozialpädiatrie*, 22, 2000, 48-51.
24. Rieger, M.A.: Biologische Arbeitsstoffe in der Forstwirtschaft, in: Hofmann, F., Jäckel, R. (Hrsg.): *Merkblätter Biologische Arbeitsstoffe*, ecomed, Landsberg, 2000, IV-4.2.6
25. Nübling, M., Rieger, M.A., Spilker, G., Hofmann, F. : Seroepidemiology of TBE and Borreliosis and Related Factors – A Representative Study in southwestern Germany. *Infection*, 28 (Suppl 1), 2000, 49.
26. Steinberg, R., Rieger, M.A., Nübling, M., Lohmeyer, M., Hofmann, F.: Biologische Belastungen in der Abwasserwirtschaft – Messung von luftgetragenen Bakterien, Schimmelpilzen und Endotoxinen, in: Schäcke, G. und Lüth, P. (Hrsg.): Dokumentationsband über die 40. Jahrestagung der DGAUM in Berlin, 15.-18. Mai 2000, Rindt-Druck, Fulda, 2000, 464-467.
27. Rieger, M.A., Nübling, M., Blomberg, N., Hofmann, F.: Occupational Health Hazards in Agriculture. Results of a Survey by Questionnaire in Southern Germany, Abstract FP76, 26th International Congress on Occupational Health, 27th August - 1st September 2000, Singapore, 2000.
28. Nübling, M., Rieger, M.A., Kerschbaumer, B., Blomberg, N., Hofmann, F.: Zum Einsatz normierter Beschwerdeskalen bei beruflich spezifisch belasteten Berufsgruppen, in: Hofmann, F., Beie, M. (Hrsg.): Tagung „Arbeitsphysiologie für Nachwuchswissenschaftler, 4. Tagung in Feldberg-Falkau, 24.-26.November 2000, Eigenverlag, Wuppertal, 2000, 26.
29. Blomberg, N., Rieger, M.A., Nübling, M., Hofmann, F.: Belastungen und Beanspruchungen sowie Gesundheitsgefährdungen in der Landwirtschaft – Auswertung einer Befragung von Familienbetrieben im Südbadischen, in: Hofmann, F., Beie, M. (Hrsg.): Tagung „Arbeitsphysiologie für Nachwuchswissenschaftler, 4. Tagung in Feldberg-Falkau, 24.-26.November 2000, Eigenverlag, Wuppertal, 2000, 21.
30. Rieger, M. A.: Praktische Umsetzung der Biostoffverordnung, in: Grieshaber, R., Schneider, W. (Hrsg.): Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen, 7. Erfurter Tage, monade Verlag und Agentur, Leipzig 2001, 175-185.
31. Rieger, M.A., Lohmeyer, M., Neuhaus, S., Nübling, M., Hofmann, F.: Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe bei Beschäftigten in der Landwirtschaft – Einfluss von Nutztier-Haltungsbedingungen auf die Emission von Staub, Bakterien, Endotoxinen und Schimmelpilzen, in: Welsch, H., Nehring, M. (Hrsg.): Tagung „Arbeitsphysiologie für Nachwuchswissenschaftler, 5. Tagung in Königsbrück, 23.-25. November 2001, Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, Abteilung II, Eigenverlag Königsbrück, 2001, 7.

Liste der verwendeten Abkürzungen

ABAS	Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe
ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrom
ARW	Arbeitsplatzrichtwert
B.b.	Borrelia burgdorferi
BAL	Bronchoalveolare Lavage
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BewG	Bewertungsgesetz
BGI	Berufsgenossenschaftliche Informationen
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regel
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit
BioRW, BRW	Biorichtwert
BioStoffV	Biostoffverordnung
BK	Berufskrankheit
BLB	Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften
BMA	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BSE	Bovine Spongiforme Enzephalopathie
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
EU	Endotoxin-Units
FSME / FSMEV	Frühsommermeningoenzephalitis / Frühsommermeningoenzephalitis-Virus
GLP	Good Laboratory Practice
GMP	Good Medical Practice
GSP	Gesamtstaub-Probenahmesystem
HHT	Hämagglytinations-Hemmtest
HPLC	High Pressure Liquid Chromatography
ID	Infektiöse Dosis
KBR	Komplementbindungsreaktion
LAL	Limulus-Amöbozyten Lysat
LASI	Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
LF	Landfläche
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level
LPS	Lipopolysaccharid
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
Mill.	Million
MKS	Maul- und Klauenseuche
MMIS	Mucous Membrane Irritation Syndrome
MVOC	Microbial Volatile Organic Compounds
MW	Mittelwert
NAL	Nasallavage
ODTS	Organic Dust Toxic Syndrom
OIE	Office International des Epizooties
PCR	Polymerase Chain Reaction
PRR	Prevalence Risk Ratio
RR	Relatives Risiko
RKI	Robert Koch-Institut
SRM	Spezifizierte Risikomaterialien
Std.	Stunde
StDB	Standarddeckungsbetrag
TCID	Tissue Culture Infectious Dose
TKW	Technischer Kontrollwert
TNF- α	Tumornekrosefaktor alpha
TRBA	Technische Regel Biologische Arbeitsstoffe
TRGS	Technische Regel Gefahrstoffe
TRK	Technische Richtkonzentration
WB	Western Blot

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Kapitel I: Einleitung	3
I-1. Biologische Belastungen in der Arbeitswelt	5
I-1.1. Die Biostoffverordnung und ihre Umsetzung	5
I-1.1.1. Inhalt der Gefährdungsbeurteilung nach BioStoffV	6
I-1.1.2. Arbeitsmedizinische Vorsorge	9
I-1.1.3. Unterrichtung der Beschäftigten	9
I-1.2. Biologische Arbeitsstoffe: Mikroorganismen	10
I-1.2.1. Moderatoren der Infektions- und Erkrankungswahrscheinlichkeit	12
I-1.3. Biologische Arbeitsstoffe: Endo- und Mykotoxine	13
I-1.3.1 Endotoxine	13
I-1.3.1.1 Bestimmung von Endotoxinen	16
I-1.3.2. Mykotoxine	17
I-1.3.3. Microbial Volatile Organic Compounds	17
I-1.4. Grenzwerte für biologische Arbeitsstoffe	17
I-2. Die Landwirtschaft in Deutschland	20
I-2.1. Charakterisierung der Arbeitsplätze in der Landwirtschaft	21
I-3. Biologische Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft	23
I-3.1. Infektionskrankheiten	24
I-3.1.1. Zoonosen bei Beschäftigten in der Landwirtschaft	24
I-3.1.2. Schutzmaßnahmen gegen Infektionserreger in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung	28
I-3.1.3. TSE-Erreger in der Landwirtschaft	29
I-3.2. Zeckenbedingte Erkrankungen: FSME und Borreliose	31
I-3.2.1. Zecken	31
I-3.2.2. FSME	32
I-3.2.2.1. Übertragungsmodus und Epidemiologie	32
I-3.2.2.2. Krankheitsbild	33
I-3.2.3. Borreliose	35
I-3.2.3.1. Übertragungsmodus und Epidemiologie	35
I-3.2.3.2. Krankheitsbild	35
I-3.2.4. Prophylaxe der zeckenbedingten Erkrankungen	36
I-3.3. Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft	37
I-3.3.1. Exogen-allergische Alveolitis	38
I-3.3.2. Organic Dust Toxic Syndrome	39
I-3.3.3. Weitere Atemwegserkrankungen	40
I-3.3.4. Epidemiologie der Atemwegserkrankungen in der Landwirtschaft	40
I-3.3.5. Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe	43
I-3.3.6. Schutzmaßnahmen gegen luftgetragene biologische Arbeitsstoffe	45
I-4. Unfall- und Berufskrankheiten-Geschehen in der Landwirtschaft	46
Kapitel II: Untersuchungsgut und Methoden	49
II-1. Überblick über die durchgeführten Untersuchungen	50
Einführung zu den verwendeten statistischen Verfahren	50
II-1.1. Zeckenbedingte Erkrankungen	52
II-1.2. Belastungen durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe	53
II-1.3. Befragung zu Belastungen und Beanspruchungen in der Landwirtschaft	53

II-2. Charakteristika der Untersuchungen	53
II-2.1. Epidemiologische Untersuchungen zu zeckenbedingten Erkrankungen	53
II-2.1.1. Epidemiologische Untersuchungen an Menschen	53
II-2.1.1.1. Der Fragebogen	53
II-2.1.1.2. Die serologischen Verfahren	54
II-2.1.1.2.1. Nachweis FSMEV-spezifischer Antikörper	55
II-2.1.1.2.2. Nachweis von Borrelia burgdorferi-spezifischen Antikörpern	55
II-2.1.2. Charakteristika der einzelnen Untersuchungen beim Menschen	57
II-2.1.2.1. Querschnittstudie Südbaden	57
II-2.1.2.2. Substudie Landwirte in Südbaden	57
II-2.1.2.3. Fall-Kontroll-Studie – FSME	58
II-2.1.2.4. Kirchzartener Praxenstudie	58
II-2.1.2.5. Querschnittstudie Elsass	58
II-2.1.2.6. Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland	59
II-2.1.2.7. Nachweis von FSMEV-spezifischen Antikörpern mittels Western Blot	59
II-2.2. Untersuchungen zur Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei Tieren	60
II-2.2.1. Teilnahme von Rindern am Zyklus des FSMEV in Südbaden	60
II-2.2.2. Füchse als Indikatoren für FSME-Endemiegebiete	60
II-2.3. Statistische Verfahren	61
II-3. Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe - landwirtschaftliche Nutztierhaltung	62
II-3.1. Probennahme mit dem Partikelprobenahmesystem PGP	62
II-3.2. Bestimmung der Konzentration der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe	63
II-3.3. Erfassung weiterer Expositionsparameter	65
II-3.3.1. Staubmessung	65
II-3.3.2. Bestimmung der Ammoniak-Konzentration in der Stallluft	66
II-3.3.3. Untersuchung von tierischen Kotproben auf humanpathogene Erreger	66
II-3.4. Die untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe	67
II-3.5. Statistische Verfahren	67
II-4. Befragung zu Belastungen und Beanspruchungen in der Landwirtschaft	70
II-4.1. Die Beschwerdenliste nach v. Zerssen	71
II-4.2. Analyse der gewonnenen Daten	72
II-4.3. Bi- und multivariate Analysen	74
II-4.4. Zahl der Fragebögen	75
Kapitel III: Ergebnisse	76
III-1. Überblick: Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen	77
III-2. Epidemiologische Untersuchungen zu zeckenbedingten Erkrankungen	77
III-2.1. Epidemiologische Studien am Menschen	77
III-2.1.1. Querschnittstudie in Südbaden	77
III-2.1.2. Substudie Landwirte in Südbaden	81
III-2.1.3. Fall-Kontroll-Studie – FSME	86
III-2.1.4. Kirchzartener Praxenstudie	88
III-2.1.5. Querschnittstudie Elsass	91
III-2.1.6. Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland	93
III-2.1.7. Nachweis von FSMEV-spezifischen Antikörpern mittels Western Blot	98
III-2.2. Epidemiologische Untersuchungen an Tieren	100
III-2.2.1. Teilnahme von Rindern am Zyklus des FSMEV in Südbaden	100
III-2.2.2. Füchse als Indikatoren für FSME-Endemiegebiete	102

III-2.3. Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	105
III-2.3.1. Methodik seroepidemiologischer Untersuchungen	105
III-2.3.2. Vergleich der Epidemiologie zeckenbedingter Erkrankungen in verschiedenen geographischen Regionen	106
III-2.3.2.1. Borreliose	106
III-2.3.2.2. FSME	108
III-2.3.3. Beruflich bedingtes Risiko für Zeckenstiche	110
III-2.3.4. Beruflich bedingtes Infektionsrisiko für zeckengebundene Krankheitserreger	110
III-3. Erfassung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung	118
III-3.1. Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe	118
III-3.1.1. Rinderhaltung	118
III-3.1.2. Geflügelhaltung	121
III-3.1.3. Pferdehaltung	124
III-3.1.4. Schweinehaltung	126
III-3.1.5. Differenzierung pathogener Keime	127
III-3.2. Staubkonzentrationen	128
III-3.2.1. Rinderhaltung	128
III-3.2.2. Legehennenhaltung	131
III-3.2.3. Pferdehaltung	133
III-3.2.4. Schweinehaltung	134
III-3.3. Exposition gegenüber Ammoniak an ausgewählten Lokalisationen	136
III-3.4. Untersuchung von tierischen Kotproben auf humanpathogene Erreger	138
III-3.5. Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	139
III-3.5.1. Einstreumaterialien und Produktionsverfahren	139
III-3.5.2. Infektionsgefahren	149
III-3.5.3. Belastung durch Schadgase – Ammoniak	150
III-4. Befragung zu Belastungen und Beanspruchungen in der Landwirtschaft	152
III-4.1. Deskriptive Analyse	152
III-4.2. Auswertung der Angaben aus der Beschwerdenliste nach v. Zerssen	159
III-4.3. Bivariate und multivariate Analysen	161
III-4.3.1. Belastungsfaktoren	161
III-4.3.2. Beschwerden	167
III-4.3.3. Persönliche Einstellungen	171
III-4.4. Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	173
III-4.4.1. Wahrnehmung der Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe	174
III-4.4.2. Wahrnehmung von Beanspruchungsreaktionen	174
<u>Kapitel IV: Schlussfolgerungen</u>	177
IV-1. Infektionsgefährdung	180
IV-2. Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe	183
IV-3. Die „Agrarwende“	188
IV-4. Aufgaben für den Arbeitsschutz	191
IV-5. Ausblick	196
<u>Kapitel V: Verzeichnis der verwendeten Literatur</u>	199
<u>Kapitel VI: Anhang</u>	223

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit widmet sich den arbeitsbedingten biologischen Belastungen der Beschäftigten in der Landwirtschaft. Biologische Belastungen rückten nicht zuletzt seit der Umsetzung der EU-Richtlinie 90/679/EWG (kodifizierte Fassung: 2000/54/EG) „Über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit“ in deutsches Recht durch die sogenannte „Biostoffverordnung“ (BioStoffV, „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ vom 27. Januar 1999) in den Mittelpunkt arbeitsmedizinischer und sicherheitstechnischer Betrachtungen. Für den Bereich der Landwirtschaft steht jedoch eine umfassende Betrachtung auf der Grundlage der Verordnung noch aus. Ihre Notwendigkeit wird durch den großen Anteil der auf biologische Belastungen zurückzuführende Erkrankungen an den angezeigten und anerkannten Berufskrankheiten deutlich. Vor dem Hintergrund der derzeit politisch diskutierten Veränderungen im Bereich der landwirtschaftlichen Produktions- und Arbeitsbedingungen („Agrarwende“) sollen Belastungen und mögliche Beanspruchungen bei Beschäftigten in der Landwirtschaft beschrieben, modifizierende Faktoren analysiert und Maßnahmen der Prävention im praktischen Arbeitsschutz aufgezeigt werden.

Landwirtschaftliche Arbeitsplätze sind durch den unmittelbaren Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen gekennzeichnet. Dieser erfolgt in der Regel im Sinne nicht gezielter Tätigkeiten nach BioStoffV. Sowohl im Bereich der Pflanzenproduktion als auch in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung sind arbeitsbedingte Infektionskrankheiten sowie toxische und allergische Wirkungen durch den Kontakt mit Mikroorganismen und deren Stoffwechselprodukten möglich.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Infektionsgefährdungen in der Landwirtschaft am Beispiel der durch Zecken übertragenen Krankheitserreger Frühsommermeningoenzephalitis (FSME)-Virus und *Borrelia burgdorferi sensu lato* auf der Grundlage einer Vielzahl von epidemiologischen Studien dargestellt. Die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen wurde messtechnisch in acht landwirtschaftlichen Betrieben erfasst mit dem Ziel, modifizierende Variablen von Seiten der Produktionsbedingungen (Tierart, Haltungsform) zu differenzieren. Unter derselben Fragestellung erfolgte die Befragung von n=170 Landwirten zu Belastungen und Beanspruchungen bei der Arbeit.

In der Zusammenschau der Untersuchungen zur FSME- und Borreliose-Epidemiologie konnte ein signifikant erhöhtes Infektionsrisiko für zeckenbedingte Krankheitser-

reger für Beschäftigte in der Landwirtschaft beschrieben werden. Zugleich gelang die differenzierte Beschreibung freizeit-assoziierter Infektionsgefahren. Weiterhin wurden die Verwendung von Tieren als Indikatoren für FSME-Endemiegebiete und die Anforderungen an serologische Testverfahren für seroepidemiologische Studien evaluiert. Im Hinblick auf die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen wie auch für die allgemeine Staubemission wurden die Tierart und die unterschiedlichen Haltungsbedingungen einer Tierart als modifizierende Faktoren differenziert. Generell führte die Verwendung von Einstreumaterialien zu einer Erhöhung der Staubexposition und zu einer Zunahme der mikrobiellen Belastung. Zwischen den Einstreumaterialien gab es große Unterschiede sowohl hinsichtlich der emittierten Keim- bzw. Endotoxin- und Staubkonzentrationen wie auch der verschiedenen Staubfraktionen. Tätigkeiten innerhalb der Stallungen führten in der Regel zu Unruhe der Tiere oder waren durch den direkten Umgang mit z.B. Einstreumaterial gekennzeichnet, so dass hierbei die höchsten Expositionen zu beobachten waren. Für die befragten Landwirte standen körperliche Belastungen und muskuloskelettale Beschwerden bei weitem im Vordergrund der Wahrnehmung. Inhalativen Belastungen kam dagegen in der subjektiven Bewertung eine geringere Bedeutung zu, was sich nicht zuletzt auch in der schlechten Nutzung von partikelfiltrierenden Halbmasken zum Schutz vor Stäuben äußerte. Die Differenzierung von Prädiktoren für das Auftreten von Belastungen und Beanspruchungen war aufgrund der Kollektivgröße nur eingeschränkt möglich.

Auf der Grundlage der erhobenen Befunde konnten Synergien zwischen Arbeitsschutz und Tierhygiene bzw. Verbraucherschutz vor allem im Bereich der Infektionsgefährdung für die Beschäftigten aufgezeigt werden. Anders fiel die Bewertung der Haltungsformen aus. Hier sind einstreuarme oder einstreulose Haltungsformen aus Sicht des Arbeitsschutzes zu bevorzugen. Mit Blick auf den Tierschutz wird jedoch in der Regel die Verwendung von Einstreu gefordert. Generell sollte bei der Beurteilung neuer oder sogenannter artgerechter Produktions- und Haltungsformen berücksichtigt werden, zu welchen Veränderungen sie im Hinblick auf die Belastungen der Beschäftigten führen. Neben der Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen sind hierbei die Infektionsrisiken - Schmierinfektionen, Häufigkeit des Tierkontakts, Vektordichte (z.B. Zecken, Nager) – von Bedeutung.

Kapitel I - Einleitung

In Europa werden die Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion – nicht zuletzt unter dem Eindruck der in den letzten Monaten und Jahren bedeutsamen Tierseuchen Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE) und Maul- und Klauenseuche (MKS) – zunehmend diskutiert. Im Vordergrund der Überlegungen stehen hierbei in der Regel der Verbraucherschutz und die Belange des Tierschutzes bzw. der Artgerechtigkeit von landwirtschaftlicher Nutztierhaltung. So forderte die derzeit amtierende Bundesministerin für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Frau Renate Künast, in ihrer Regierungserklärung am 8. Februar 2001 vor dem Deutschen Bundestag:

“... Ich will den Bauern in diesem Land, die seit Jahren unter dem Strukturwandel leiden, eine klare Perspektive hin zu ökologischer und regionaler Produktion geben. ...

Ich werde alle Hebel in Bewegung setzen, dass die Mittel vorrangig für eine ökologischere Landbewirtschaftung, artgerechtere Tierhaltung und die Sicherung von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum eingesetzt werden. ...

Zur neuen Politik gehört auch eine veränderte Tierhaltung. Noch immer gibt es in Europa zu viele und zu lange Tiertransporte. Noch immer werden Tiere unter miserablen Bedingungen gehalten. Noch immer zählt die Masse, nicht aber das einzelne Mitgeschöpf!

Nachdrücklich unterstütze ich die Schwedische Präsidentschaft in ihren Bemühungen um die Verschärfung der Nutztierhaltungsverordnung und der Tiertransportrichtlinie. ...

Wir wollen, dass das Essen wieder schmeckt. ...

Wir wollen die ökologische Modernisierung Deutschlands, und die Agrarwende ist ein zentrales Projekt dieser ökologischen Modernisierung. ...

Eine neue Landwirtschaftspolitik ist Voraussetzung für das Gelingen des vorsorgenden Verbraucherschutzes. ...

Wir brauchen ein Reinheitsgebot im Umgang mit den Tieren, die wir verzehren. Kälber trinken Milch, Kühe brauchen Wasser, Rüben, Gras und Getreide - sonst nichts!”¹

und konkretisierte dies in der Schaffung eines einheitlichen deutschen Ökosiegels nach den Kriterien der EU-Ökoverordnung:

“... Das Ökosiegel schafft Einheitlichkeit und Klarheit. Mehr braucht man nicht, um zu wissen, ob Bio drin ist. Es ist ein enormer Anreiz für Landwirte, die umstellen wollen,.... Unser Ziel ist: 20 Prozent Ökoproduktion in zehn Jahren.”²

In diese Richtung zielen auch die aktuellen Gesetzgebungsvorhaben der Ministerin wie beispielsweise die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV)³ oder die sogenannte Hennenhaltungsverordnung⁴ aus dem Herbst 2001.

Aspekte des Arbeitsschutzes werden in der aktuellen Diskussion fast vollständig vernachlässigt. Die vorliegende Arbeit widmet sich daher Fragen des Arbeitsschutzes in der Landwirtschaft aus arbeitsmedizinischer Sicht. Das Augenmerk gilt hierbei besonders den biologischen Belastungen. Dies geschieht durchaus nicht losgelöst von der aktuellen politischen Diskussion, sondern mit der Idee, dass neue gesetzliche Vorgaben und Anhaltspunkte für eine Zertifizierung bestimmter Produktionsformen auch die Chance zu einer Implementierung des Arbeitsschutzes bergen können.

I-1. Biologische Belastungen in der Arbeitswelt

Biologische Belastungen in der Arbeitswelt sind in den letzten Jahren zunehmend in das Blickfeld des Arbeitsschutzes und der Arbeitsmedizin gerückt. Nachdem 1996 im Arbeitsschutzgesetz⁵ (ArbSchG) die biologischen Faktoren erstmals gleichberechtigt neben den physikalischen und chemischen Belastungen am Arbeitsplatz genannt wurden (§ 5 (3))⁶, erreichte dieser Prozess mit Inkrafttreten der "Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen" (BioStoffV – Biostoffverordnung)⁷ vom 27. Januar 1999 in Deutschland einen vorläufigen Höhepunkt. Diese Verordnung stellt die Umsetzung der "Richtlinie 2000/54/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 18. September 2000 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit"⁸ (kodifizierte Fassung der Richtlinie 90/679/EWG) in deutsches Recht dar. Zusammen mit dem Arbeitsschutzgesetz bildet sie die arbeitsschutzrechtliche Basis für die vorliegende Untersuchung.

Nach Schätzungen des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung (BMA) haben in Deutschland ca. 5 Millionen Beschäftigte bei Tätigkeiten in der Forschung, der biotechnischen Produktion, der Nahrungsmittelproduktion, der Landwirtschaft, der Abfall- und Abwasserwirtschaft und in der Gesundheitsfürsorge Kontakt mit biologischen Arbeitsstoffen.⁹ Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) geht von ca. 12 Millionen exponierten Beschäftigten aus, die in Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, in der Entsorgungs- und Landwirtschaft und in der Textil- und metallverarbeitenden Industrie (Kühlschmiermittel) Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen haben. Der zunehmende Einsatz von klima- und lüftungstechnischen Anlagen (vor allem von Luftbefeuchtern) bedingt zudem, dass biologische Belastungen auch in z.B. Büroräumen auftreten können. Dies ist vor allem dann zu berücksichtigen, wenn klima- und lüftungstechnische Anlagen ungenügend gewartet werden oder Betriebsstörungen auftreten. Vor diesem Hintergrund werden mikrobiologische Luftverunreinigungen als eine mögliche Ursache für die Entstehung eines so genannten Sick-Building-Syndrom diskutiert.⁹

I-1.1. Die Biostoffverordnung und ihre Umsetzung

Die BioStoffV gilt neben den genannten Beschäftigtengruppen auch für entsprechend exponierte Schüler und Studierende sowie sonst an Hochschulen tätige oder in Heimarbeit beschäftigte Personen. Normadressat¹⁰ der Verordnung ist der Arbeitgeber bzw. die Leitung der Ausbildungsstätte. Im Verordnungstext erfolgt die Definition biologischer Arbeitsstoffe im Hinblick auf eine mögliche humanpathogene infektiöse, allergisierende und/oder toxische Wirkung (Tabelle I-1.1.1). Mikroorganismen, die keine entsprechende humanpathogene Wirkung entfalten, fallen somit nicht in den Geltungsbereich der Verordnung.

ⁱ In Paragraph 5 Absatz 3 wird hinsichtlich der Beurteilung der Arbeitsbedingungen konkretisiert: "Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch ... physikalische, chemische und biologische Einwirkungen."

ⁱⁱ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit des Textes wurde darauf verzichtet, männliche und weibliche Gruppenbezeichnungen nebeneinander zu verwenden. Werden nachfolgend männliche Bezeichnungen verwendet, sind Frauen ausdrücklich mit eingeschlossen.

Biologische Arbeitsstoffe	Mikroorganismen, einschließlich gentechnisch veränderter Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogener Endoparasiten, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Ein biologischer Arbeitsstoff ist auch ein mit transmissibler, spongiformer Enzephalopathie assoziiertes Agens, das beim Menschen eine Infektion oder eine übertragbare Krankheit verursachen kann.
Mikroorganismen	Alle zellulären oder nichtzellulären mikrobiologischen Einheiten, die zur Vermehrung oder zur Weitergabe von genetischem Material fähig sind.

Tabelle I-1.1.1: Biologische Arbeitsstoffe - Begriffsbestimmungen nach BioStoffV (§2)

Unter Tätigkeiten fallen nach §2 (4) BioStoffV

- das Herstellen und Verwenden von biologischen Arbeitsstoffen: Isolieren, Erzeugen, Vermehren, Aufschließen, Ge- und Verbrauchen, Be- und Verarbeiten, Ab- und Umdichten, Mischen, Abtrennen, innerbetriebliches Befördern, Lagern einschließlich Aufbewahren, Inaktivieren, Entsorgen und
- der berufliche Umgang mit Menschen, Tieren, Pflanzen, biologischen Produkten, Gegenständen und Materialien, wenn biologische Arbeitsstoffe freigesetzt werden können und direkter Kontakt der Beschäftigten zu den Arbeitsstoffen möglich ist.

Die wichtigsten Aufgaben des Arbeitgebers sind die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung (§§ 5-8) und die daraus resultierende Auswahl und Umsetzung von Schutz- und Hygienemaßnahmen sowie die Bereitstellung von Schutzausrüstung und Unterrichtung der Beschäftigten. Daneben erfordern bestimmte Tätigkeiten eine Anzeige bzw. Unterrichtung der Behörde und die schriftliche Aufzeichnung. Der Arbeitgeber muss arbeitsmedizinische Vorsorge durch entsprechend ermächtigte Ärzte anbieten, für bestimmte Tätigkeiten und biologische Arbeitsstoffe ist diese Untersuchung verpflichtend. Ebenso ist – bei entsprechender Möglichkeit der Exposition – eine Impfung anzubieten, wenn ein wirksamer Impfstoff zur Verfügung steht.

I-1.1.1. Inhalt der Gefährdungsbeurteilung nach BioStoffV

Die Gefährdungsbeurteilung stellt die Grundlage für alle zu treffenden Entscheidungen dar und wird analog zu der Gefährdungsbeurteilung nach ArbSchG durchgeführt. Sie erlaubt die Zuordnung von Tätigkeiten in den Geltungsbereich der BioStoffV, wenn diese mit biologischen Arbeitsstoffen oder in deren Gefahrenbereich ausgeübt werden. Andernfalls hat die allgemeine Betrachtung nach § 5 ArbSchG zu erfolgen. Ergänzend zu den Informationen, die in § 5(1) BioStoffV und in der Technischen Regel Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 400 „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“¹⁰ genannt werden, ist es für die Gefährdungsbeurteilung hilfreich, sich allgemein die Wege zu vergegenwärtigen, auf denen es zum Kontakt mit biologischen Arbeitsstoffen kommt. Generell ist die Aufnahme von Stoffen in den Körper möglich auf dem Weg des Verschluckens (Ingestion), des Einatmens (Inhalation) und des Eindringens (Penetration) über Schleimhäute und (häufig unbemerkt verletzte) Haut. In der Regel sind die stofflichen Eigenschaften der Arbeitsstoffe dafür entscheidend, welcher Aufnahmeweg in der einzelnen Situation zu betrachten ist (Abb. I-1.1.1.1). So werden Gase, Stäube und Aerosole inhaliert, Inhaltsstoffe von Flüssigkeiten und festen Stoffen können die Haut nach Kontamination durch kleinste Verletzungen penetrieren. Rauchen oder Nah-

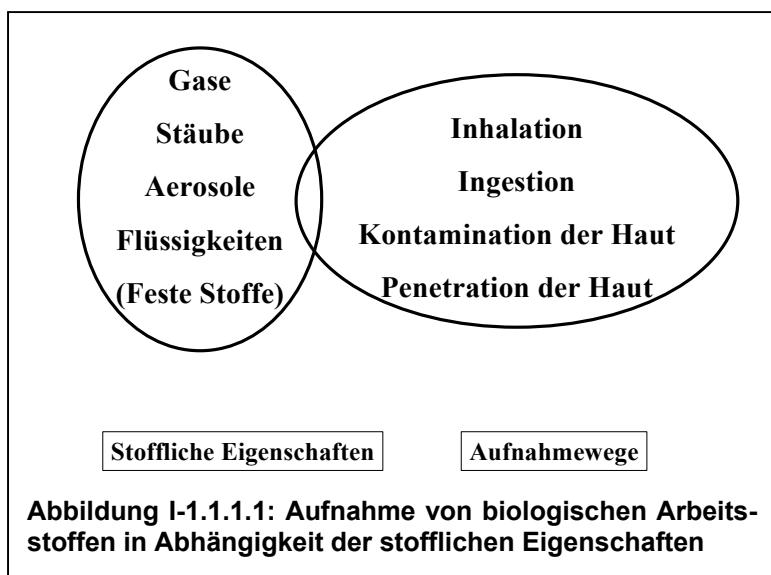


Abbildung I-1.1.1.1: Aufnahme von biologischen Arbeitsstoffen in Abhängigkeit der stofflichen Eigenschaften

große Bedeutung zu, da sie zum einen inhaliert werden, zum anderen sich jedoch Staubpartikel und Aerosoltröpfchen – in Abhängigkeit vom aerodynamisch wirksamen Durchmesser - auf den Schleimhäuten des Nasen-Rachen-Raumes niederschlagen und anschließend verschluckt werden können.

Beanspruchungsreaktionen als Folge der Einwirkung eines biologischen Arbeitsstoffes entwickeln sich in der Regel in einem multifaktoriellen System, das in seiner Komplexität in der Gefährdungsbeurteilung betrachtet wird. Eigenschaften des Arbeitsstoffes (z.B. Infektionsdosis, Virulenzfaktoren wie Haft- und Vermehrungsfähigkeit, Allergenität und Toxinbildung, vgl. Abschnitt I-1.2.1) modifizieren ebenso wie auch die regionale epidemiologische Situation die Stärke und Wahrscheinlichkeit der Exposition. Die Disposition des Beschäftigten – abhängig von z.B. immunologischen Erkrankungen oder der Neigung zu Allergien – beeinflusst die Erkrankungswahrscheinlichkeit. Aus der Gefährdungsbeurteilung abgeleitete bzw. schon zuvor implementierte Maßnahmen des technischen, organisatorischen oder persönlichen Arbeitsschutzes können in diesem

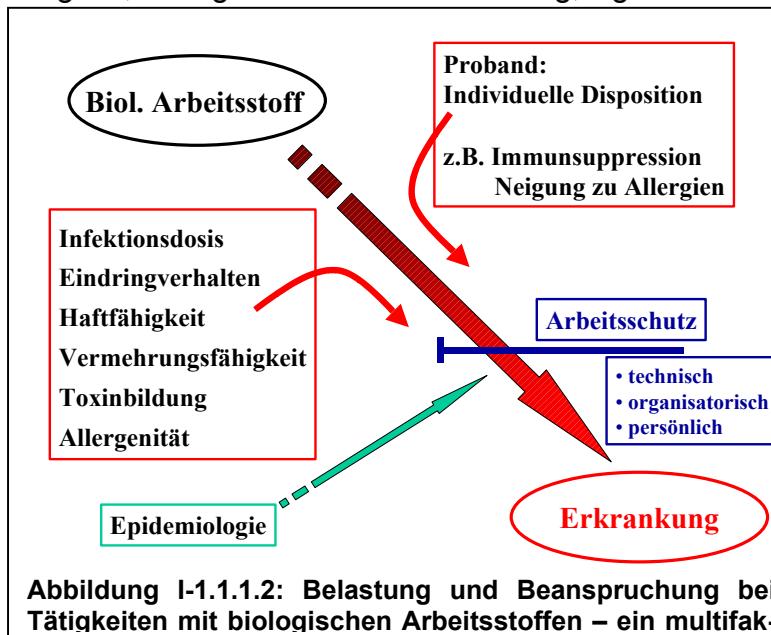


Abbildung I-1.1.1.2: Belastung und Beanspruchung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen – ein multifak-

Gefüge hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überprüft werden (Abbildung I-1.1.2).

An der Gefährdungsbeurteilung sind Arbeitsmediziner, Fachkraft für Arbeitssicherheit und Betriebsrat gleichermaßen zu beteiligen. Praktisch sollte sie mit der Erfassung von vorkommenden Belastungen beginnen. Hierzu bieten sich Begehungen und die Beobachtung von Tätigkeiten und Arbeitsabläufen sowie die Befragung der Beschäftigten an. Kriterium der Exposition ist jeweils die Möglichkeit des Kontakts mit einem

rungsaufnahme mit kontaminierten Händen können zur oralen Aufnahme biologischer Arbeitsstoffe führen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang zusätzlich der trans- oder percutane Infektionsweg bei Stich- oder Schnittverletzungen und die Übertragung von Krankheitserregern durch blutsaugende Insekten (z.B. Zecken, Stechmücken, Wanzen). Der Exposition gegenüber Stäuben und Aerosolen kommt in doppelter Hinsicht eine

biologischen Arbeitsstoff. Zu bedenken ist, dass in vielen Bereichen die Beschäftigten nicht dauerhaft eine Tätigkeit an einem Arbeitsplatz ausüben, sondern dass vielmehr häufig eine Reihe von Tätigkeiten an verschiedenen Arbeitsplätzen die Arbeitsaufgabe charakterisieren. Während im ersten Fall eine mehr oder weniger uniforme Exposition der Beschäftigten durch einheitliche Schutzmaßnahmen verringert werden kann, muss im zweiten Fall die unterschiedlich starke und vielfältige Exposition mit den der jeweiligen Tätigkeit angepassten Schutzmaßnahmen beantwortet werden. Diese heterogene Situation wird am besten durch die Erfassung der Tätigkeitsprofile der Beschäftigten abgebildet.

Neben der Zuordnung der einzelnen Tätigkeiten zu definierten Risikogruppen¹, muss erfasst werden, ob es sich bei den Arbeitsvorgängen um gezielte oder nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen handelt. Gezielte Tätigkeiten liegen nach § 2 (5) BioStoffV vor, wenn

- biologische Arbeitsstoffe mindestens der Spezies nach bekannt sind
- die Tätigkeiten auf einen oder mehrere biologische Arbeitsstoffe unmittelbar ausgerichtet sind
- die Exposition der Beschäftigten im Normalbetrieb hinreichend bekannt oder ab schätzbar ist.

Diese Charakteristika treffen in der Regel auf Arbeitsvorgänge in Laboratorien oder Einrichtungen zu, in denen biotechnische Produktionsverfahren zum Einsatz kommen. Ist mindestens eine der genannten Voraussetzungen nicht gegeben, handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten.

Aus der Zuordnung zu einer Risikogruppe und der Einteilung in gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten folgt die Ableitung von Schutzmaßnahmen. In diese fließen in jedem Fall die in der TRBA 500¹¹ definierten Hygienemaßnahmen ein; diese müssen jedoch bei Tätigkeiten der Schutzstufe 2-4 durch an die Risikogruppe angepasste Sicherheitsmaßnahmen ergänzt werden. Hierbei ist der Arbeitgeber bei gezielten Tätigkeiten verpflichtet, die Sicherheitsmaßnahmen aus Anhang II und III der BioStoffV umzusetzen, wenn durch diese eine Gefährdung der Beschäftigten verringert werden kann. Bei nicht gezielten Tätigkeiten kann eine an die Tätigkeit angepasste Auswahl aus den genannten Sicherheitsmaßnahmen erfolgen. Die Erfahrung aus der Praxis zeigt, dass die Auswahl der geeigneten Schutzmaßnahmen bei nicht gezielten Tätigkeiten für die Adressaten der BioStoffV schwierig ist, obwohl eine Vielzahl von technischen Regeln und berufsgenossenschaftlichen Informationen zur Verfügung stehen (Tabelle A1 im Anhang).

Grundsätzlich ist zu beachten, dass bei der Einstufung der Mikroorganismen in Risikogruppen entsprechend der EU-Richtlinie allein das infektiöse Potential der Mikroorganismen betrachtet wird. Die Beurteilung möglicher allergisierender und/oder toxischer Wirkungen muss zusätzlich erfolgen.

¹ Risiko-
gruppe: R 1: Krankheitsverursachung beim Menschen sehr unwahrscheinlich
R 2: Krankheitsverursachung möglich, mögliche Gefahr für Beschäftigte, Ausbreitung in Bevölkerung unwahrscheinlich, Behandlung gut möglich
R 3: schwere Krankheit möglich, ernste Gefahr für Beschäftigte, Ausbreitung in Bevölkerung möglich, Behandlung/Vorbeugung möglich (3^{**}: keine Tröpfcheninfektion)
R 4: schwere Krankheiten, ernste Gefahr für Beschäftigte, Ausbreitung in der Bevölkerung hoch, Behandlung / Vorbeugung i.d.R. nicht möglich

I-1.1.2. Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die arbeitsmedizinische Vorsorge nach § 15 BioStoffV – konkretisiert in der geplanten TRBA 300 "Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen" und "Anlässe für die Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge" – umfasst die Untersuchung und Beratung der Beschäftigten. Ergänzend müssen Impfungen angeboten werden, wenn wirksame Impfstoffe gegen die bei der jeweiligen Tätigkeit relevanten Erkrankungen zur Verfügung stehen. Verpflichtende arbeitsmedizinische Untersuchungen sind bei den in Anhang IV BioStoffV genannten Tätigkeiten und allen gezielten Tätigkeiten der Risikogruppe 4 vorgesehen. In allen anderen Fällen muss den Beschäftigten bei Tätigkeiten in Risikogruppe 2 und 3 eine arbeitsmedizinische Untersuchung angeboten werden, es sei denn, dass aufgrund der Gefährdungsbeurteilung und der getroffenen Schutzmaßnahmen nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist. Die Bescheinigung über das Ergebnis der arbeitsmedizinischen Untersuchung erhält der Arbeitnehmer, bei den Pflichtuntersuchungen nach Anhang IV auch der Arbeitgeber. Die Pflicht zum Angebot der Untersuchung und der Impfung schließt in jedem Fall die Pflicht zur Kostenübernahme durch den Arbeitgeber ein. Bis zur Veröffentlichung der TRBA 300 kann die arbeitsmedizinische Untersuchung und Beratung auf der Grundlage der "Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen"¹² erfolgen. Der Umfang der Untersuchung sollte sich hierbei an den in der BioStoffV skizzierten Wirkungen der biologischen Arbeitsstoffe orientieren: dem Infektionspotenzial eines biologischen Arbeitsstoffes kann mit einer Untersuchung im Umfang des Grundsatz G 42 ("Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung") in der Fassung von 1998 entsprochen werden, die allergisierende und toxische Wirkung wird mit dem Vorgehen nach G 23 ("obstruktive Atemwegserkrankungen") und evtl. G 24 ("Hauterkrankungen") erfasst.¹³ Letztlich bleibt es jedoch bis zur Veröffentlichung der TRBA 300 dem ermächtigten Arzt überlassen, den Rahmen für die erforderliche Untersuchung und Beratung entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung selbst zu stecken. Die Auswahlkriterien des G 42¹⁴ eignen sich hierbei als zusätzliche Informationsquelle bei der Erfassung von Belastungen und Beanspruchungen.

I-1.1.3. Unterrichtung der Beschäftigten

Die Beschäftigten müssen über arbeitsbereichs- und stoffbezogene Unterweisungen und Betriebsanweisungen über die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln sowie das Verhalten bei Unfällen, Betriebsstörungen und bei der Ersten Hilfe unterrichten werden. Dieser Unterrichtung der Beschäftigten kommt eine besondere Bedeutung zu, da viele Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Arbeitsbereichen ausgeübt werden, die geradezu durch den Kontakt mit den Arbeitsstoffen, Materialien und Gegenständen oder durch den Umgang mit Menschen, Tieren und Pflanzen charakterisiert sind. Beispielhaft seien der Gesundheitsdienst, die Wohlfahrtspflege oder die Entsorgungswirtschaft genannt, wo sich die Exposition der Beschäftigten durch technische und/oder organisatorische Maßnahmen nur teilweise reduzieren lässt. Da der Umsetzung der Hygienemaßnahmen eine besondere Bedeutung zukommt, sollte die Vermittlung von Wissen und Information ergänzt werden durch praktische Übungen und Training von hygienisch einwandfreiem Verhalten. Bei entsprechender Exposition zählen hierzu unter anderem:

- die Anleitung zur hygienischen Händedesinfektion,
- die Motivierung zur Verwendung der vom Arbeitgeber zu reinigenden Arbeitskleidung und ihrer Trennung von der Freizeitkleidung in sogenannten Schwarz-Weiß-Bereichen sowie

- die Aufforderung zum Verzicht der Nahrungsaufnahme oder des Rauchens bzw. Schnupfens bei Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen.

Nur wenn die Beschäftigten die Bedeutung und die mögliche Gefährdung durch die biologischen Arbeitsstoffe, mit denen sie täglich umgehen, verinnerlicht haben, ist ein wirkungsvoller Schutz gegen diese Belastungen bei der Arbeit möglich.

I-1.2. Biologische Arbeitsstoffe: Mikroorganismen

Wie beschrieben, handelt es sich bei den in der BioStoffV definierten biologischen Arbeitsstoffe um Mikroorganismen und um Substanzen, die im Rahmen von Stoffwechselprozessen oder bei Zelltod aus Mikroorganismen freigesetzt werden. Zu nennen sind:

- Bakterien
- Viren
- Protozoen
- Pilze und – im weitesten Sinne –
- Endoparasiten, d.h. Würmer
- mit transmissibler spongiformer Enzephalopathie assoziiertes Agens (sog. Prion)

Die Aufnahme der biologischen Arbeitsstoffe in den menschlichen Organismus erfolgt entweder über Inhalation, Ingestion oder Penetration bei Hautverletzungen oder vermittelt durch Vektoren wie Stechmücken, Läuse, Wanzen oder Zecken.

Die verschiedenen Organismenklassen weisen besondere Eigenschaften auf.

Bakterien

Die Grundformen der Bakterien sind Kokken sowie gerade und gekrümmte Stäbchen. Mit der Gram-Färbung können Bakterien entsprechend der Anfärbbarkeit der Zellwand unterschieden werden in grampositive und gramnegative Keime. Bakterien vermehren sich durch einfache Querteilung. Sie setzen organische Substanz durch aerobe oder anaerobe Stoffwechselvorgänge um, wobei sich die meisten humanpathogenen Bakterien sowohl in einem aeroben als auch in einem anaeroben Milieu vermehren können. Einige Bakterien bilden Dauerformen, sogenannte Sporen, in denen sie ungünstige Umgebungsbedingungen überdauern können. Die Therapie bakterieller Infektion erfolgt durch Chemotherapeutika, die das Wachstum von Bakterien hemmen oder Bakterien abtöten.

Der Nachweis von Bakterien kann direkt (Lichtmikroskopie, Kultur) oder indirekt (Antikörpernachweis) erfolgen. Zusätzlich ist es möglich, das genetische Material mittels Polymerase-Kettenreaktion (Polymerase Chain Reaction, PCR) nachzuweisen.

Viren

Viren sind eigenständige infektiöse Einheiten, die keine Zellstruktur besitzen, sondern aus einem Kapsid (aus Protein) mit kubischer, helikaler oder komplexer Symmetrie bestehen, das das Genom (RNA oder DNA) enthält. Viren können von einer Hülle aus Zellmembran umgeben sein und sind in diesem Fall gegenüber detergierenden Desinfektionsmitteln empfindlich. Viren haben keinen eigenen Stoffwechsel, sondern werden aufgrund der im Virusgenom festgelegten Information von den infizierten Zellen repliziert.

Die virologische Diagnostik kann durch Anzüchten des Erregers in einem empfänglichen Wirt oder der Zellkultur erfolgen, daneben ist der Nachweis über Elektronenmikroskopie, PCR oder serologische Methoden möglich. Antikörper im Patientenserum weisen auf den zurückliegenden Kontakt mit Viren hin.

Protozoen

Zu den Protozoen gehören z.B. *Plasmodium falciparum*, *P. ovale* und *P. malariae* (Erreger der Malaria tropica, Malaria tertiana und quartana), Amöben (z.B. *Entamoeba histolytica*), *Giardia lamblia*, die Gattungen *Sarcocystis* und *Cryptosporidium*, *Toxoplasma gondii*, Trichomonaden, Leishmanien und Trypanosomen. Es handelt sich um einzellige Blut- oder Gewebeparasiten, deren Nachweis durch Mikroskopie oder serologische Verfahren möglich ist.

Pilze

Pilze unterscheiden sich von Bakterien durch das Vorkommen eines echten von einer Membran umgebenen Zellkerns. Durch die festen Zellwände ähneln Pilze den Pflanzen. Sie sind allerdings – im Gegensatz zu diesen – nicht zur Photosynthese fähig. von Pflanzen durch die fehlende Fähigkeit zur Photosynthese und von Tieren und Protozoen durch den Besitz fester Zellwände. Pilze wachsen entweder als Einzelzellen (=Hefen) oder als multizelluläre, filamentöse Kolonien (=Schimmelpilze und Hutmilze).

Der Pilznachweis kann durch Mikroskopie und Kultivierung erfolgen. Zusätzlich ist der serologische Nachweis spezifischer Antikörper möglich.

Würmer

Unter den Würmern sind viele Arten der Saugwürmer (*Trematoda*), der Bandwürmer (*Cestoda*) und Fadenwürmer (*Nematoda*) von humanmedizinischer Bedeutung. Bei einigen Würmern wird der Mensch als Zwischenwirt von Larven infiziert, in anderen Fällen stellt er den Endwirt des Wurmes dar, nachdem die Larve ein Tier befallen hatte. Im Larven- wie auch Wurmstadium können Muskel, Blutgefäße oder innere Organe befallen sein. Wurmstadien kommen auch im Darmlumen vor. Der Nachweis einer Wurminfektion erfolgt durch Mikroskopie (Larven / Würmer im Gewebe, Wurmeier im Stuhl) oder makroskopisch durch Würmer im Stuhl. Zusätzlich können serologische Verfahren eingesetzt werden.

Prione

Diese mit der Gruppe der "übertragbaren schwammartigen Hirnerkrankungen" ("Transmissiblen Spongiformen Enzephalopathien", TSE) assoziierten Agenzien führen bei Tieren beispielsweise zum sog. Rinderwahn (Bovine Spongiforme Enzephalopathie, BSE) oder zur Traberkrankheit (Scrapie) von Schafen und Ziegen. Weitere tierische Krankheitsbilder sind die „Transmissible Mink Encephalopathy“ (TME) bei nordamerikanischen Nerzen, die „Chronic Wasting Disease“ (CWD) bei Hirschen in den Rocky Mountains und die „Feline spongiforme Enzephalopathie“ (FSE) bei Katzen. In britischen Zoos trat die „Exotic Ungulate Encephalopathy“ bei den Paarhufern Kudu und Nyala auf.¹⁵

Beim Menschen gehören zu dieser Krankheitsgruppe Kuru, eine früher in Neu-Guinea aufgetretene Enzephalopathie, sowie die weltweit verbreitete Creutzfeld-Jakob-Erkrankung (Creutzfeld-Jakob-Disease, CJD), bei der sporadisch auftretende

von familiär gehäuften Erkrankungen (Gerstmann-Sträußler-Scheinker-Syndrom) zu unterscheiden sind. Mit BSE assoziiert tritt bei Menschen eine Variante der CJD auf, deren Symptome dem klinischen Bild von Kuru ähneln (vCJD).¹⁶

Die infektiöse Aktivität ist bei BSE an die unlösliche Isoform eines körpereigenen Genprodukts (zelluläres PrP-Gen) gebunden. Diese infektiöse Isoform wird auch als ScPrP (Scrapie-Prion-Protein) bezeichnet. Das befallene Hirngewebe ist hochinfektiös und kann Erregerkonzentrationen von 10^{12} ID₅₀/g enthalten. Prionenerkrankungen sind gekennzeichnet durch lange Inkubationszeiten und einen protrahierten, in allen Fällen letalen Krankheitsverlauf mit schweren neurologischen und psychomotorischen Ausfällen.

Generell wird beim Rind die orale Aufnahme (Verzehr) als Hauptübertragungsweg für BSE-Erreger angesehen. Dieser gilt auch als vermuteter Übertragungsweg auf den Menschen.¹⁷ Der Nachweis von TSE-Erregern erfolgt mittels immunologischer Verfahren und ist derzeit noch nicht am lebenden Tier bzw. Menschen möglich.

I-1.2.1. Moderatoren der Infektions- und Erkrankungswahrscheinlichkeit

Neben der Zuordnung zu einer Organismenklasse werden Übertragungsweg, Erkrankungswahrscheinlichkeit nach Infektion und die Möglichkeiten der Prophylaxe von Infektion und Erkrankung durch eine Reihe von Faktoren des einzelnen Krankheitserregers bestimmt:

Die Tenazität beschreibt hierbei die Fähigkeit eines Erregers, außerhalb des Wirtes unter Umweltbedingungen zu überleben. In Untersuchungen zur Tenazität von z.B. luftgetragenen Bakterien konnte gezeigt werden, dass Faktoren wie z.B. Austrocknung, Sonnenlicht, geringe Luftfeuchtigkeit oder eine subletale Vorschädigung durch Temperatur, Antibiotika oder Desinfektionsmittel die Überlebensfähigkeit stark einschränken. Andererseits wurden protektive Faktoren beschrieben, wobei in diesem Zusammenhang v.a. Flüssigmedien zu nennen sind. Diese umgeben das Bakterium als Schutzkolloid und schützen dieses vor direkter Einwirkung aus der Umwelt. Experimentell eingesetzt werden z.B. Nährmedien mit gezielten Zusätzen (z.B. Milch, Serum, Aminosäuren, Polypeptide, Zucker), die sog. Mixtura desiccans (3 Teile steriles Menschen- oder Pferdeserum und 1 Teil Nährbouillon mit 7,5% Glukose), mineralische Träger- und Hüllsubstanzen, die durch ihr Wasser-Adsorptionsvermögen Keime und organisches Material vor Austrocknung schützen (z.B. Bentonit), oder – in Einzelfällen – anorganische Salze, die ionenstabilisierend auf die Zellwand wirken (z.B. Calciumsalz bei Bazillensporen).¹⁸

Unter Pathogenität versteht man die grundsätzliche Eigenschaft einer Erregerart, Krankheit auslösen zu können, unter Virulenz den Grad der Pathogenität einer Population von Mikroorganismen. Virulenzfaktoren sind z.B. die Haftfähigkeit (Adhäsion, insbesondere an Schleimhäuten des Wirtes), die Invasivität (Eindringverhalten) sowie die Bildung von Toxinen und Aggressinen. Toxine sind für die Schädigung des Wirtes verantwortlich. Bei den bakteriellen Toxinen unterscheidet man zwischen den eiweißartigen Ekto- oder Exotoxinen und den Endotoxinen (vgl. Abschnitt I-1.3.1.). Die Exotoxine werden von lebenden Bakterien produziert und ausgeschieden; als wichtige Beispiele sind zu nennen: Diphtherie-, Tetanus- oder Botulinus-Toxine sowie diverse Enterotoxine. Aggressine sind Substanzen, die als Enzyme wie Proteasen, Collagenasen, Lipasen, Phospholipasen und Neuraminidasen die Invasivität eines Erregers durch den Abbau von Gewebebestandteilen begünstigen.

I-1.3. Biologische Arbeitsstoffe: Endo- und Mykotoxine

Substanzen, die im Rahmen von Stoffwechselprozessen oder bei Zelltod aus Mikroorganismen freigesetzt werden.

- Endo- und Exotoxine
- Mykotoxine
- Microbial Volatile Organic Compounds (MVOC).

I-1.3.1. Endotoxine

Der Begriff "Endotoxine" wurde 1904 von Richard Pfeiffer, einem Schüler von Robert Koch, geprägt, der in Versuchen an Meerschweinchen neben dem hitzelabilen Exotoxin von Cholerabakterien (*Vibrio cholerae*) ein hitzestabiles Prinzip differenzieren konnte, das beim Absterben der Bakterien freigesetzt wurde.¹⁹ Endotoxine kommen in der Zellwand gramnegativer Bakterien und Blaualgen vor. Biochemisch handelt es sich um Lipopolysaccharide, die sich aus speziespezifisch unterschiedlichen Polysaccharidketten und einem relativ einheitlichen Lipid (Lipid A) zusammensetzen (Abb. I-1.3.1.1). Unter der Annahme, dass die Dicke der Zellwand gramnegativer Bakterien 15 - 20 nm beträgt, liegt die Größe der Endotoxine in diesem Bereich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sie in der Regel nicht frei, sondern an Partikel (z.B. Staub) gebunden vorkommen. Oft werden die Begriffe Endotoxin und Lipopolysaccharid als Synonym gebraucht. Endotoxine sind thermostabil. Ihre toxischen Eigenschaften sind durch das Lipid A bedingt²⁰, seine Aktivität wird allerdings durch den Polysaccharid-Anteil modifiziert.²¹

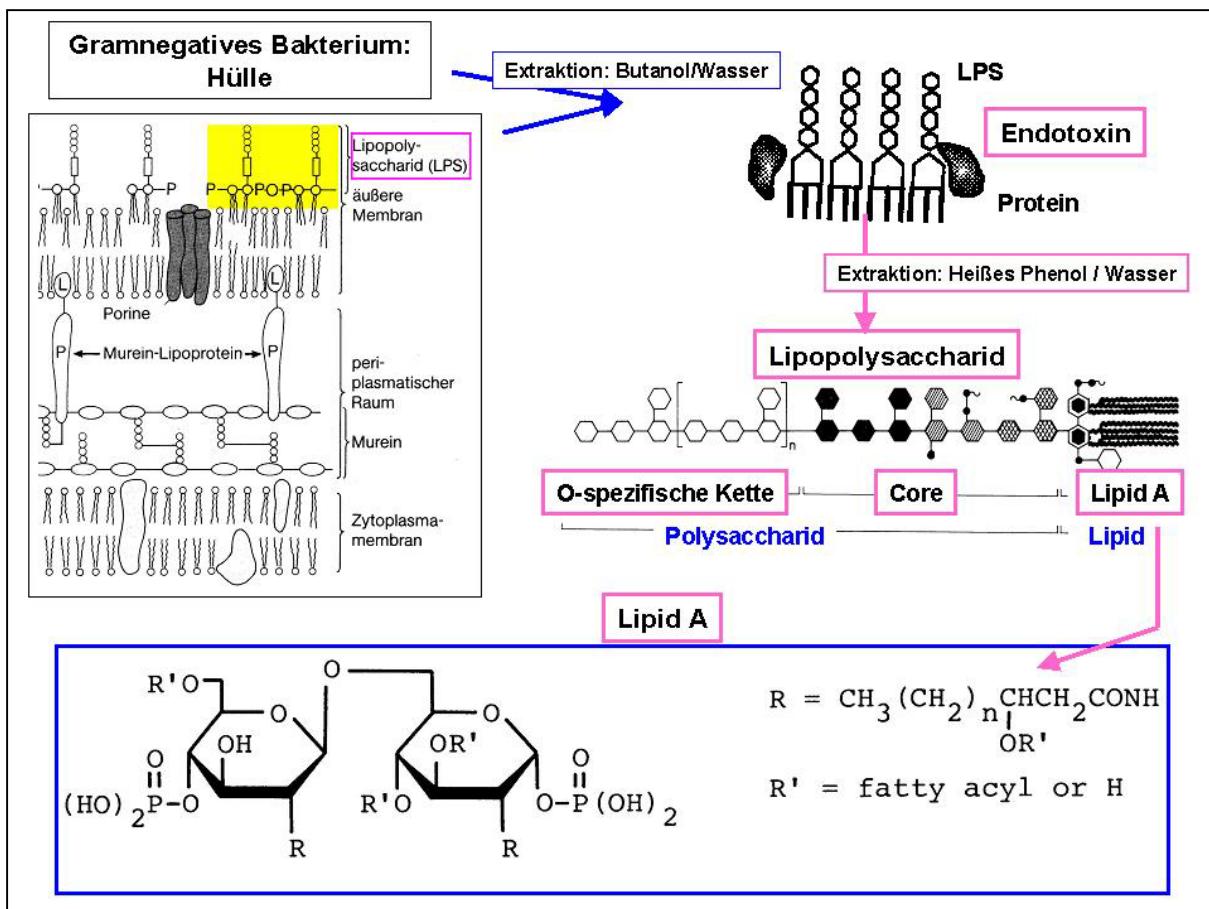


Abbildung I-1.3.1.1: Hülle gramnegativer Bakterien – Endotoxin – Lipopolysaccharid – Lipid A: Schematische Darstellung der biochemischen Grundlage der Endotoxinwirkung, zusammengestellt und verändert nach^{22 23 24}

Endotoxine entfalten in Abhängigkeit verschiedener Faktoren, wie z.B. Eintrittspforte bzw. Wirkort und Konzentration auf der einen und Disposition der betroffenen Person auf der anderen Seite, unterschiedliche Wirkungen im Organismus. Freigesetzt im Rahmen einer Septikämie oder durch Dislokation von Bakterien oder Endotoxinen aus dem Darm wirken sie systemisch und können (z.T. auch über die Erleichterung von Zweitinfektionen)²⁵ zu einem septischen Krankheitsbild führen mit plötzlich auftretendem hohen Fieber und Störungen der Blutgerinnung bis hin zum Multiorganversagen im Schock.²⁶ Ähnliche Symptome sind auch nach z.B. Infusion einer nicht pyrogenfreien Lösung zu erwarten. Hierbei können beim Menschen schon Endotoxin-Konzentrationen von 0,0002 µg/kg Körpergewicht Fieber hervorrufen²⁷. In der Arbeitswelt kommt es in der Regel zur inhalativen Exposition gegenüber Endotoxinen. Diese führt zur Induktion einer Reihe von zellulären Abwehrmechanismen in der Lunge. In die Blutbahn gelangt nur sehr wenig Endotoxin aus dem alveolären Raum.²⁸ Wie RYLANDER zusammenfasste, sind drei klinische Symptomkomplexe in Abhängigkeit von der Expositionssart zu unterscheiden:²⁹

- akute Effekte nach einmaliger Exposition
- Effekte nach wiederholter Exposition über eine längeren Zeitraum
- Effekte nach gleichzeitiger Exposition gegenüber Endotoxin und anderen Substanzen

Akute Endotoxinexposition

Die akute Endotoxin-Exposition führt zu einer dosis-abhängigen Einwanderung neutrophiler Granulozyten in das Lungeninterstitium (Maximum: 4 Std.) und in die Alveolen und Bronchioli (Maximum: 12-24 Std.), wobei es durch eine Erhöhung der mikrovaskulären Permeabilität zugleich zu einem Lungenödem kommt. Diese pathophysiologischen Vorgänge sind durch verschiedene tierexperimentelle Untersuchungen belegt. Klinisch kommt es hierbei beim Menschen wie beim Tier zu einer respiratorischen Insuffizienz mit verminderter Compliance im Sinne eines ARDS (acute respiratory distress syndrom). Laborchemisch und immunologisch können Veränderungen der bronchoalveolären Lavage (BAL) und analog der Nasallavage (NAL) sowie im Serum festgestellt werden.^{30 31 32}

Beim Menschen ist das Krankheitsbild der sog. toxischen Pneumonitis oder des "organic dust toxic syndrom" (ODTS) klinisch geprägt von trockenem Husten, Abgeschlagenheit und Fieber, die Stunden nach der Exposition manifest werden.³³

Wiederholte Endotoxinexposition

Bei der wiederholten Endotoxinexposition nimmt das Ausmaß der immunologischen Reaktion nach und nach ab: die Konzentration der neutrophilen Granulozyten in den Atemwegen ist nur noch leicht erhöht, eosinophile Granulozyten und mononukleäre Zellen (v.a. Lymphozyten) sind dagegen zahlreich zu finden. Die Lungenfunktion ist kaum beeinträchtigt, es kann allerdings ein leichter Reizhusten oder das Gefühl von Enge auf der Brust während der Exposition imponieren.²⁹ Interessante Aspekte ergeben sich in experimentellen wie auch epidemiologischen Untersuchungen zur Häufigkeit und Ausprägung allergischer Symptome bei Personen (bzw. Tieren), die wiederholt und über einen längeren Zeitraum gegenüber Endotoxinen exponiert waren: ein der Allergenexposition vorhergehender (regelmäßiger) Endotoxinkontakt konnte das Entstehen einer Allergie verhindern³⁴ bzw. die IgE-medierte Entzündungsreaktion auf Allergene vermindern.³⁵ Auch ein in bestimmten Bevölkerungsgruppen erniedrigtes Lungenkrebsrisiko wurde auf die Endotoxinexposition zurückgeführt.^{36 37}

Experimentell ergaben sich jedoch auch Hinweise für den umgekehrten Zusammenhang: vorhergehende Endotoxinexposition führte zu einem höheren Risiko inhalativer Sensibilisierung³⁸ oder einer verstärkten Ausprägung immunologischer Veränderungen im Bereich der Atemwege – ohne dass dies in jedem Fall mit stärkeren klinischen Zeichen verbunden wäre³⁹.

Das sog. Cottlesloe-Konzept fasst die geschilderten experimentellen und epidemiologischen Befunde zusammen²⁹:

- Eine geringfügige inhalative Exposition gegenüber Endotoxin führt zu Adaptation und zu einem positiven Effekt.
- Die Abwehrmechanismen können gestört werden durch:
 - Dosiserhöhung (→ erneute Entzündung)
 - Beeinflussung von Abwehrzellen (→ Effekte auf andere Zellen)

Dieses Konzept wurde durch Befunde aus großen epidemiologischen Untersuchungen unterstützt, die für Kinder, die auf Bauernhöfen aufwuchsen, ein im Vergleich zu Stadtkindern deutlich vermindertes Risiko für die Entwicklung einer Atopie zeigten.⁴⁰

^{41 42} In Zusammenschau mit neueren Befunde zum Zusammenhang zwischen CD14-Polymorphismen und Atopiehäufigkeit⁴³ wird aktuell die unterschiedliche Endotoxinexposition der Stadt- und Landkinder in der Wohnumgebung (und im Stall) als Korrelat dieser protektiven Wirkung vermutet, da Endotoxine und andere Zellwandbestandteile durch Interaktion mit den körpereigenen Endotoxin-Rezeptormolekülen CD14 die Serum-IgE-Konzentration in ähnlicher Weise reduzieren können, wie es für CD14-Polymorphismen gezeigt werden konnte. Die durchschnittliche Endotoxinexposition von Kindern in bäuerlichen Familien und von Altersgenossen aus Familien, die nicht auf dem Land leben, wurde durch die Untersuchung von Staubproben aus den Ställen, der Küche und den Matratzen der Kinder erfasst. Hierbei wurden die höchsten Endotoxinkonzentrationen im Stallstaub gefunden (gm=649 EU/m³, 95% CI=503-838 EU/mg Staub). Hinsichtlich der Innenraum-Endotoxinbelastung unterschieden sich die staubgebundenen Endotoxinkonzentrationen signifikant bei Stadtkindern und Landkindern, wobei für letztere jeweils die höheren Konzentrationen gefunden wurden (Küchenstaub: gm=143 EU/mg Staub (95% CI=114-180 EU/mg) vs. 39 EU/mg (95% CI=30-50 EU/mg), p<0,001; Matratzenstaub: 49.479 EU/m² Matratzenfläche (95% CI=34.951-70.047 EU/m²) vs. 9.383 EU/m² (95% CI=5.882-14.968 EU/m²), p<0,001). Zusätzlich fanden sich in Nicht-Bauern-Familien, in denen die Kinder dennoch regelmäßig Kontakt zu Nutztieren hatten, höhere staubgebundene Endotoxinkonzentrationen als in nicht derartig exponierten Kontrollfamilien (Küchenstaub: 51 EU/mg (95% CI=30-89 EU/mg), p=0,696; Matratzenstaub: 23.340 EU/m² (95% CI=11.159-48.819 EU/m²), p=0,121).⁴⁴

Gleichzeitige Exposition gegenüber Endotoxinen und anderen Substanzen

Interaktionen zwischen der durch Endotoxine und durch andere Substanzen induzierten immunologischen Wirkung manifestieren sich besonders im Bereich der Makrophagen und der durch Makrophagen modifizierten immunologischen Systeme. Als Beispiel sei die Exposition gegenüber (1→3)-β-D-Glucan genannt. Im Experiment führte die simultane chronische Inhalation von Endotoxinen und (1→3)-β-D-Glucan in Konzentrationen, die einzeln appliziert keine klinischen Symptome hervorriefen, zu akuten Entzündungsreaktionen und zu starken zellulären Infiltrationen bis hin zu Granulomen.⁴⁵

Derartige synergistische Effekte sind an einer Vielzahl von Arbeitsplätzen möglich und müssen hinsichtlich des Spektrums zu beobachtender Krankheitsbilder berücksichtigt werden.

I-1.3.1.1. Bestimmung von Endotoxinen

Beim Nachweis von Endotoxinen bzw. Lipopolysacchariden kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz: zum einen kann die Konzentration von Endotoxinen, d.h. den Komplexen aus Lipopolysacchariden, Protein und Zellwandbestandteilen, mittels (bio)chemischer Methoden bestimmt werden (z.B. Gaschromatographie; Konzentration: ng/m^3). Zum anderen wurde die 1956⁴⁶ beschriebene endotoxin-induzierte Koagulation der Hämolymphe des Pfeilschwanzkrebses *Limulus polyphemus* zur Entwicklung eines standardisierbaren Testverfahrens benutzt, dem sogenannten Limulustest. Mit ihm werden ungebundene Lipopolysaccharidmoleküle (Konzentration: EU/m^3) nachgewiesen. Auch wenn diese bzw. das Lipid A zwar das Wirkprinzip der Endotoxine darstellen, liegen sie außerhalb des Körpers nur teilweise frei vor und werden erst nach z.B. Phagozytose eingearmelter Partikel freigesetzt. Bei Verwendung des Limulustests können so – entsprechend der Angaben von RYLANDER – bis zu 30-50-fach niedrigere Werte gemessen werden als bei der Endotoxinbestimmung im eigentlichen Sinne.⁴⁷ Neue Ansätze verwenden die Bestimmung charakteristischer 3-Hydroxy-Fettsäuren der Lipopolysaccharide zur Endotoxinquantifizierung mit Methoden der instrumentellen Analytik (Gaschromatographie/Massenspektrometrik-Kopplung). Die untere Nachweisgrenze in einem der publizierten Ansätze liegt bei 50 fmol, was für z.B. 3-OH 14:0 einer Lipopolysaccharid-Konzentration von ca. 5ng/Probe entspricht.^{48 49} Im ebenfalls neu entwickelten Verfahren des Tests Pyro-Check® werden nicht nur Endotoxine nachgewiesen, sondern allgemein Substanzen, die zur Freisetzung von Interleukin-1β führen können. Die Nachweisgrenze liegt hierbei bei ca. 10 pg/ml Lipopolysaccharid.^{50 51 52} Für beide neuen Nachweisverfahren steht die Überprüfung der Geeignetheit für den Einsatz in der arbeitsmedizinisch-sicherheitstechnischen Praxis und Forschung derzeit noch aus.

Der Pfeilschwanzkrebs *Limulus polyphemus* lebt an der Ostküste Nord- und Mittelamerikas. Grundlage des Limulustests ist die oben beschriebene natürliche Abwehrreaktion des Tieres, die auf der Koagulation des Blutes, der Hämolymphe, nach vorangegangener massiver Infektion mit gramnegativen Bakterien beruht. Die Hämolymphe enthält Amöbozyten als einzige Art zirkulierender Zellen. Bei einer Infektion wird eine in den Amöbozyten lokalisierte Enzymkaskade aktiviert, die zur Spaltung des sog. Coagulogens führt, eines Proteins. Die Protein-Bruchstücke verdichten sich zu einem Gel, das das Infektionsgeschehen eingrenzt.⁵³ Bei Verwendung des Limulus-Amöbozyten-Lysats (LAL) kann der quantitative Endotoxin-Nachweis allgemein auf drei Arten erfolgen:

- Trübung des flüssig bleibenden Reaktionsgemisches (Trübungstest)
- Farbstoffentstehung durch Substratumssetzung in der Enzymkaskade (chromogen LAL-Test)
- Bestimmung des Vorhandenseins von Endotoxin über einer bestimmten Grenzkonzentration, Testung in Verdünnungsreihe (Gel-Bildungstest)⁵⁴

Der LAL-Test fand in den 80er Jahren in den USA wie auch in Europa Eingang in die Prüfung von Pharmaka, pharmazeutischer Rohstoffen und medizinischer Einmalartikel auf Endotoxine und ergänzte so die herkömmliche Prüfung am Kaninchen.⁵⁵

Im Bereich des Arbeitsschutzes wurde der chromogen-kinetische Limulustest 1997 durch das BIA-Merkblatt 9450 als standardisierte Methode allgemein eingeführt.⁵⁶ Als Faktor zum Vergleich zwischen der Konzentrationsangabe in EU und ng wird hier angegeben: $10\text{EU} \approx 1\text{ng}$ Endotoxin. Letztlich ist die genaue Umrechnung der Endotoxin-Units (EU) in ng abhängig von der eingesetzten Endotoxin-Präparation.

I-1.3.2. Mykotoxine

Unter dem Begriff Mykotoxine werden allgemein sekundäre Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen zusammengefasst, die bereits in geringen Konzentrationen Menschen und Tiere toxisch und mutagen/teratogen schädigen können. Für manche Mykotoxine ist eine Abgrenzung zu Antibiotika nicht eindeutig möglich – die Wirkung wird letztlich von der Dosis, der Konzentration (in Luft oder Nahrungsmittel) und die Dauer der Einwirkung bestimmt. Mykotoxine sind in der Regel thermostabil. Chemisch gehören sie verschiedenen Stoffklassen an. Da die Bildung von Mykotoxinen durch Fadenpilze artspezifisch erfolgt, liefert schon die exakte Differenzierung der Pilze Informationen über die zu erwartende Exposition gegenüber Mykotoxinen.⁵⁷ Der Nachweis der Mykotoxine selbst ist mittels Hochdruck-Flüssigchromatographie (high pressure liquid chromatography, HPLC) oder in einzelnen Fällen mittels immunoologischer Verfahren möglich.⁵⁸

I-1.3.3. Microbial Volatile Organic Compounds

Die flüchtigen organischen Verbindungen, die von Mikroorganismen in die Umgebungsluft abgegeben werden, werden zu den "Microbial Volatile Organic Compounds" (MVOC) zusammengefasst. Es handelt sich um ein breites Spektrum chemischer Stoffklassen – bisher konnten u.a. Alkanole, Alkenole, Ketone, Terpene, Aldehyde, Alkane, schwefelhaltige Verbindungen, Ether, Ester und Karbonsäuren identifiziert werden. Ein Teil der Substanzen ist für die Geruchsemissionen aus z.B. Kompostwerken verantwortlich.⁵⁸

I-1.4. Grenzwerte für biologische Arbeitsstoffe

Grenzwerte für biologische Arbeitsstoffe am Arbeitsplatz bestehen im Moment nicht. Allerdings werden Stoffe biologischen Ursprungs – mit entsprechenden technisch bzw. toxikologisch begründeten Grenzwerten in Form einer technischen Richtkonzentration (TRK)ⁱ, einer maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK)ⁱⁱ bzw. eines Arbeitsplatzrichtwertes (ARW) – in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe genannt:

- Holzstaub (TRGS 900⁵⁹)
- Baumwollstaub (TRGS 900)
- Futtermittel- und Getreidestaube (TRGS 907⁶⁰)
- Labortierstaub (TRGS 907)
- Nutztierstaub (TRGS 907)
- Schimmelpilzhaltiger Staub (TRGS 907)
- Strahlenpilzhaltiger Staub (TRGS 907)
- Vorratsmilbenhaltiger Staub (TRGS 907)
- Zierpflanzenbestandteile (TRGS 907)
- Zuckmückenhaltiger Staub (TRGS 907)

Im Vordergrund stehen hierbei in der Regel nicht die in der BioStoffV genannten Wirkungsweisen, sondern eine irritative, kanzerogene oder sensibilisierende Wirkung von Tier- oder Pflanzenbestandteilen. Der BioStoffV zuzuordnen ist hingegen die

ⁱ TRK ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann. (§ 3 Abs. 7 GefStoffV)

ⁱⁱ MAK ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, bei der im allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird. (§ 3 Abs. 5 GefStoffV)

ätiopathogenetische Beteiligung von Mikroorganismen oder deren Bestandteile, wie sie – entsprechend der Begründung für die Aufnahme einzelner Staubarten in die TRGS 907 - für schimmelpilz⁶¹- und strahlenpilzhaltigen⁶² Staub und die Futtermittel- und Getreidestäube⁶³ gegeben istⁱ. Für alle genannten Stäube und Substanzen mit sensibilisierender Wirkung gilt das Minimierungsgebot entsprechend TRGS 540⁶⁴.

Daneben gibt es seit 1997 Empfehlungen des Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), einen sogenannten Biorichtwert (BioRW) zu verwenden, der für Schimmelpilze 5.000 KBE/m³ beträgt. Die Gesamtkeimkonzentration von 10.000 KBE/m³, die im Juni 1994 in den "Anforderungen an sichere Arbeitsplätze in Wertstoffsortieranlagen" in Niedersachsen verfügt worden war, wurde damit unterschritten. Heterogen sind auch die Empfehlungen für Grenzwerte der Endotoxin-Konzentration am Arbeitsplatz. Verschiedene Autoren sehen jedoch den Wert 50 EU/m³ als Konzentration an, bei der auch empfindliche Personen keine körperlichen Beeinträchtigungen zeigen. Eine Übersicht über in der Literatur diskutierte Grenzwerte für biologische Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz gibt Tabelle I-1.4.1.

Quellennachweis	Biologischer Arbeitsstoff	Luftkonzentration
Erlass des Niedersächsischen Sozialministers (1994), Überwachungswert für lüftungstechnische Einrichtungen in Wertstoffsortieranlagen ⁶⁵	Gesamtkeime	10.000 KBE/m ³
LASI (1997, 1998) Orientierungswert (BioRW) ⁶⁶ ⁶⁷	Schimmelpilze	5.000 KBE/m ³
Malmros et al. (1992) ⁶⁸	Gesamtkeime	10.000 KBE/m ³
Malmros et al. (1992) TUC (Grenzwert, Schweden)	Gram-negative Bakterien Gesamtkeime	1.000 KBE/m ³ 5.000 KBE/m ³
Rylander & Snella (1983) ⁶⁹ Popendorf (1985) ⁷⁰ Castellan et al. (1987) ⁷¹ TUC (Grenzwert, Schweden) DECOS*	Endotoxine	0,1 µg/m ³ 10-50 ng/m ³ 1.000 EU/m ³ 50 EU/m ³
Lacey (1981) ⁷²	Aktinomyzeten, Schimmelpilze – Symptome einer exogen- Allergischen Alveolitis	106 – 1010 KBE/m ³
Rylander (1986) ⁷³	– Sensibilisierung	108 – 1010 KBE/m ³

*Dutch Expert Committee on Occupational Standards

Tabelle I-1.4.1: Empfohlene Richt- und Grenzwerte für Keime bzw. Endotoxine in der Literatur, zusammengestellt nach STEINBERG⁷⁴

Neu ist die Definition eines sogenannten Technischen Kontrollwertes (TKW) in der TRBA 405 "Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe" (Stand Mai 2001)⁷⁵. Bei der Festlegung eines TKW für einen bestimmten Arbeitsbereich oder für ein bestimmtes Verfahren bzw.

ⁱ In der Begründung wird darauf verwiesen, dass sowohl die verschiedener Getreide- und Pflanzenbestandteile (z.B. Gerste, Weizen, Hafer, Roggen, Mais, Sorghum, Soja, Tapioka, Palmkern) als auch die Verunreinigungen (z.B. Bakterien und -endotoxine, Pilzsporen, Mykotoxine, Milben- und Insektenbestandteile, Pestizide, anorganische Bestandteile) ursächlich für die beobachteten Symptome bei entsprechend exponierten Beschäftigten sind.

Anlagentyp wird die Konzentration biologischer Arbeitsstoffe in der Luft festgelegt, die grundsätzlich nach dem Stand der Technik erreicht werden kann. Der Wert dient allein der Beurteilung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen. Er wird vom ABAS als Summenwert oder für Mikroorganismengruppen definiert und ist jeweils an eine bestimmte Messstrategie gebunden. Mit einem definierten TKW ist somit keine Aussage zu einer Korrelation zwischen Exposition und einer damit verbundenen möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigung der Beschäftigten verbunden. Dies erklärt sich durch die Tatsache, dass für die betrachteten biologischen Arbeitsstoffe in der Regel keine Wirkungsschwelle ermittelt werden kann und somit auch bei Einhaltung des TKW eine Beeinträchtigung der Gesundheit der Beschäftigten nicht auszuschließen ist. Auch bei Erreichen des TKW ist eine fortgesetzte Verbesserung der technischen Gegebenheiten und der technischen Schutzmaßnahmen – wie im Minimierungsgebot nach § 10 Abs. 6 BioStoffV gefordert – notwendig.⁷⁶ Ein erster TKW wurde aus den erfassten Daten aus Kompostieranlagen abgeleitet und in der Neufassung (August 2001) der entsprechenden TRBA 211 "Kompostieranlagen" mit einer Konzentration mesophiler Schimmelpilze in Höhe von $5 \cdot 10^4$ KBE/m³ Luft festgeschrieben. Der Wert von mehr als $1 \cdot 10^5$ KBE/m³ Luft soll zur erneuten Durchführung der Gefährdungsbeurteilung mit Ableitung von Schutzmaßnahmen führen. Wichtig ist in jedem Fall die Einhaltung der Messstrategie: die Daten des ersten Ringversuchs zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration – durchgeführt auf dem Gelände und in der Sortierkabine einer Kompostieranlage – zeigten deutlich, wie inhomogen die Sporenverteilung am Arbeitsplatz sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht ist.^{77 78}.

Abweichend von den dargestellten Überlegungen zu Grenz- oder Richtwerten in Bezug auf die sensibilisierende oder toxische Wirkung biologischer Arbeitsstoffe, ist im Hinblick auf eine mögliche Infektion zu berücksichtigen, dass theoretisch – unter optimalen Vermehrungsbedingungen bzw. bei hoher Virulenz und Infektiosität des Erregers - schon die Aufnahme eines einzelnen infektiösen (d.h. vermehrungsfähigen) Krankheitserregers für eine Infektion mit möglicherweise folgender Erkrankung ausreicht. Dies gilt sowohl für die eher seltene Infektion nach inhalativer Aufnahme des Erregers (z.B. Lungenaspergillose) als auch für die an den betrachteten Arbeitsplätzen häufig vorkommende Schmierinfektion durch orale Aufnahme fäkal-oral übertragener Krankheitserreger. Ebenso gilt diese niedrige theoretische Schwelle für die Entstehung lokaler bakterieller Entzündungen aufgrund kleinstter Hautverletzungen mit möglicherweise nachfolgender systemischer Ausbreitung der Erreger. Unter den tatsächlichen Gegebenheiten sind jedoch Mindestkonzentrationen für eine erfolgreiche Infektion notwendig. Experimentell kann an Freiwilligen die sogenannte Infektionsdosis (auch: infektiöse Dosis) einzelner Krankheitserreger ermittelt werden; sie hängt vom Übertragungsweg wie auch von der Pathogenität des untersuchten Erregers ab. Beispielsweise reichen zehn Keime von *Shigella dysenteriae* (von Patienten) für eine erfolgreiche Infektion aus, von *Salmonella* sp. (von Tieren) müssen für eine symptomatische Erkrankung hingegen mindestens eine Million Keime oral aufgenommen werden. Werden Rhinoviren über die Nase eingebracht, führt schon eine einzige TCIDⁱ zu den Symptomen einer Erkältung, über den Rachen sind 200 TCID notwendig. Zehn Gonokokken genügen für die Infektion der Harnröhre, wohingegen mehr als tausendmal so viele notwendig sind, um Schleimhaut an anderen Lokalisationen (z.B. Rektum, Oropharynx) zu infizieren.⁷⁹

ⁱ TCID: Tissue Culture Infectious Dose: Virusmenge, die für Infektion der Zellkultur notwendig ist

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Beschreibung der biologischen Belastungen der Beschäftigten in der Landwirtschaft leisten, wobei Infektionsgefährdungen ebenso Berücksichtigung finden wie die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen.

I-2. Die Landwirtschaft in Deutschland

Die Landwirtschaft ist in Deutschland einem starken Strukturwandel unterworfen. Die Zahl der in der Landwirtschaft Beschäftigten ist hierzulande wie in allen anderen Industrieländern rückläufig. Zugleich ist die Produktivität der Landwirtschaft aufgrund der rapiden Entwicklung der Landmaschinentechnik und der Agrochemie (Düngemittel, Pflanzenschutz etc.) enorm gestiegen. Die Zahl der flächenärmeren Betriebe geht zunehmend zurück, wobei sich das Verhältnis von Haupt- zu Nebenerwerbsbetrieben nur geringfügig verändert. Insgesamt sind zunehmende Disparitäten und strukturelle Veränderungen der Betriebsgröße, der Spezialisierung und der Bewirtschaftungsart zu beobachten: die Spanne reicht von der industrieähnlichen Viehhaltung ohne landwirtschaftliche Fläche (LF) bis zur traditionellen bäuerlichen Kreislaufwirtschaft.⁸⁰ Am Beispiel der Schweinehaltung in Niedersachsen werden die Folgen des Konzentrationsprozesses in der Landwirtschaft augenfällig: während es dort im Jahr 1980 rund 100.000 landwirtschaftliche Betriebe mit Schweinehaltung gab, reduzierte sich diese Zahl auf 21.600 im Jahr 2000. Parallel dazu erhöhte sich die im Durchschnitt je Betrieb gehaltene Tierzahl von 70 im Jahr 1980 auf aktuell 342. Eine ähnliche Entwicklung fand in der Schweinezucht statt: von den vor 20 Jahren arbeitenden 65.000 Sauenhaltern blieben im Jahr 2000 nur noch 10.800 übrig, in den Ställen erhöhte sich im entsprechenden Zeitraum die Zahl der Sauen von durchschnittlich 15 auf 60 Muttertiere.⁸¹

Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe ab 2 ha LF betrug im Jahr 2000 in Deutschland 421.100. Gegenüber dem Vorjahr reduzierte sich die Anzahl um rd. 13.000 Betriebe (– 3,0 %). Der Rückgang war sowohl im früheren Bundesgebiet (– 3,1 %) als auch erstmals in den neuen Ländern (– 1,3 %) zu beobachten. Die durchschnittliche Betriebsgröße betrug rd. 40 ha, wobei die Betriebe im früheren Bundesgebiet deutlich kleiner sind als diejenigen in den neuen Ländern (früheres Bundesgebiet rd. 29 ha, neue Länder rd. 203 ha).

Der Anteil der größeren Betriebe ist im Süden und Südwesten Deutschlands am geringsten, was historisch (Realteilung) bzw. durch die große Zahl der Sonderkulturbetriebe (v.a. Weinbau) begründet ist (Abb. I-2.1).

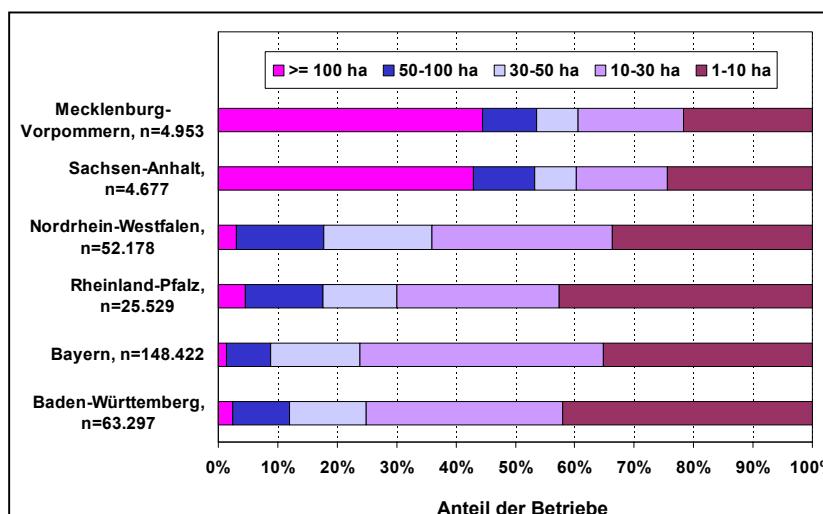


Abbildung I-2.1.: Landwirtschaftliche Betriebe nach Größenklassen in ausgewählten Bundesländern, 1999, nach BML⁸²

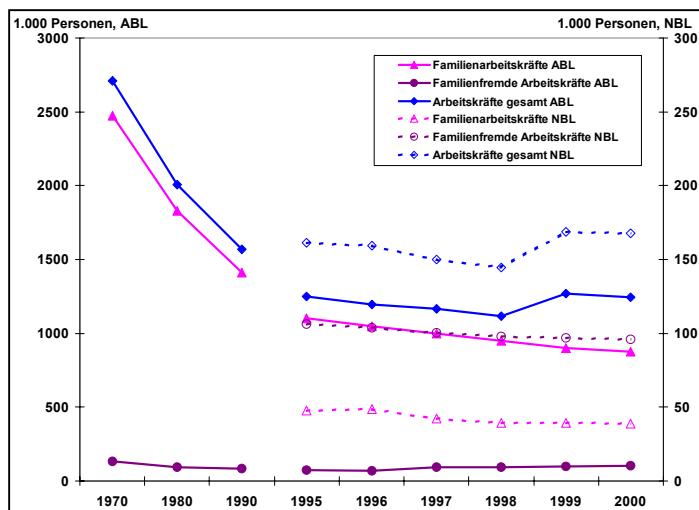


Abbildung I-2.2: Arbeitskräfte in der Landwirtschaft alte (ABL, durchgezogene Linie) und neue Bundesländer (NBL, gestrichelte Linie), nach Agrarbericht 2001, BMVEL⁸³

Der wichtigste Betriebszweig der deutschen Landwirtschaft ist die Milchviehhaltung; hier erzielen rund 60% der Haupterwerbsbetriebe ihr Einkommen.⁸⁵

Die Pferdehaltung erfährt in den zurückliegenden Jahren in einzelnen Regionen einen starken Aufschwung, wie am Beispiel Nordrhein-Westfalens deutlich wird: Hier ist der Pferdebestand von 61.000 Tieren im Jahr 1970 auf 116.709 Pferde im Jahr 1999 angestiegen, was als Folge einer zunehmenden Beliebtheit des Reitsports gewertet werden kann. In erster Linie profitieren von dieser Entwicklung stadtnahe landwirtschaftliche Betriebe, die ihre traditionellen Betriebszweige z.T. aufgeben oder stark reduzieren und als Reiterhöfe eine neue wirtschaftliche Existenz aufbauen. Im Stadtgebiet von Köln beispielsweise stellte die Pensionspferdehaltung im Jahr 2000 einen Betriebszweig auf jedem vierten landwirtschaftlichen Betrieb dar.⁸⁶

I-2.1. Charakterisierung der Arbeitsplätze in der Landwirtschaft

Die Arbeitsplätze in der Landwirtschaft liegen – von Sonderkulturen abgesehen – im Bereich der Pflanzen- oder Tierproduktion und umfassen in der Regel auch Arbeiten zur Betriebsleitung. In allen drei Bereichen ist eine zunehmende Technisierung zu beobachten, die mit der Verwendung von Systemen der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) sowohl für die Betriebsführung und Buchhaltung als auch beispielsweise für Dosierung und Applikation von Futter- oder Düngemitteln einher geht. Auch die Tierfütterung erfolgt in vielen Betrieben (teil-)automatisiert: Kühe erhalten – gesteuert über einen Mikrochip am Hals- oder Fesselband – Kraftfutter am Futterautomaten, Schweine oder Geflügel werden vollautomatisch gefüttert. Bei Einsatz eines Melkroboters in der Milchviehhaltung wird das Melken mit der automatischen Kraftfutterergabe verknüpft, so dass die Tätigkeit des Landwirts hier im Extremfall auf die Überwachung der technischen Einrichtungen reduziert ist. Ein direkter Kontakt mit den Tieren ist in diesen Sonderfällen nicht mehr in jedem Fall gegeben. Allerdings finden sich derartige Arbeitsplätze nur in sehr großen Betrieben.

Allgemein gilt entsprechend dem oben gezeigten hohen Anteil kleiner und mittelgroßer landwirtschaftlicher Betriebe in Deutschland, dass viele Arbeitsgänge sowohl in der Pflanzen- als auch in der Tierproduktion von Hand ausgeführt werden. Hierbei kommt es in der Regel zum direkten Kontakt mit Tieren und Pflanzen. Der in der BioStoffV genannte „Umgang mit Tieren oder Pflanzen“ ist somit prägend für die Arbeit in der Landwirtschaft.

Die Zahl der Arbeitskräfte in der deutschen Landwirtschaft ging im Jahr 2000 verglichen mit dem Vorjahr um 1,9 % auf rd. 1,41 Mill. zurück. Mit rd. 65 % überwogen die Familienarbeitskräfte, während ca. 14 % als ständige familienfremde Arbeitskräfte und ungefähr 21 % als Saisonarbeitskräfte beschäftigt wurden.⁸³ In den neuen Ländern dominieren familienfremde Arbeitskräfte.⁸⁴ (Abb. I-2.2)

Abbildung I-2.2: Arbeitskräfte in der

Generell lassen sich nach JÜRGENS, DUPUIS und HAMMER⁸⁷ wichtige Merkmale der Tier- und Pflanzenproduktion zusammenfassen (Tabelle I-1.2.1.1).

Pflanzenproduktion	Tierproduktion
Arbeitsaufgaben: unterschiedlich langzyklisch ► Geringer Übungsgrad	Arbeitsaufgaben: wiederkehrend kurzzyklisch ► Monotonie ► Hoher Übungsgrad
Wechselnde Arbeitsbedingungen (Untergrund, Geräte, Klima)	Relativ konstante Arbeitsbedingungen (Stall, Weide)
Umgebung: Belastung durch klimatische Einflüsse	Umgebung: unterschiedliche Ansprüche von Mensch und Tier
Abhängigkeit von Pflanzenwachstum etc.	Individuelle Tierbetreuung
Arbeitsspitzen abhängig von Pflanzen- entwicklung, Fruchtreife	Schwierige "Prozesssteuerung"
Termindruck: Wetterrisiko, Bindung an Anlieferungszeiten	Zeitbindung an biologischen Rhythmus der Tiere, tägliche Präsenz notwendig

Tabelle I-1.2.1.1: Merkmale der Arbeitsbedingungen in der Pflanzen- und Tierproduktion

An den genannten Arbeitsplätzen wirkt eine Vielfalt von Belastungsfaktoren auf die in der Landwirtschaft tätigen Personen ein.

Hinsichtlich der physischen Belastung ist besonders die körperlich schwere Arbeit von Bedeutung, die immer dort anzunehmen ist, wo Arbeiten von Hand zu verrichten sind. Zu nennen ist die manuelle Feldarbeit ebenso wie das An- und Abkoppeln von gezogenen Arbeitsmaschinen bei der maschinellen Durchführung von Arbeitsvorgängen oder das Verteilen von Futter und das Entmisten der Stallung, wo keine technischen Hilfsmittel zur Verfügung stehen. In der Milchviehhaltung kommt dem Melken eine besondere Bedeutung zu: auch in moderneren Melkständen muss das Melkzeug von Hand an das Euter angesetzt und von diesem abgenommen werden, die Arbeitsebene ist jedoch so ausgelegt, dass sich das Kuheuter in Brusthöhe des im Stehen arbeitenden Menschen befindet. Das bei den älteren Rohrmelkanlagen notwendige wiederholte Bücken und Arbeiten in der Hocke entfällt somit, was sich arbeitsphysiologisch in einem niedrigeren Arbeitsenergiemsatz und einer niedrigeren Herzschlagfrequenz niederschlägt^{88 89}. Neben der körperlich schweren Arbeit sind Belastungen durch die folgenden physischen Faktoren zu nennen:

- klimatische Einflüsse (Wind, Kälte, Hitze, Luftfeuchtigkeit)
- UV-Strahlung der Sonne
- mechanische Schwingungen (Befahren eines unebenen Untergrundes mit Schleppern und landwirtschaftlichen Maschinen, Wirkung rotierender Bauteile an selbstfahrenden Maschinen, Benutzung von Motorkettensägen bei forstwirtschaftlichen Tätigkeiten)
- Lärm (v.a. Schlepper, selbstfahrende Arbeitsmaschinen)
- Staub (anorganisch: Bodenbearbeitung - Quarzgehalt kann bis zu 25% im alveolengängigen Staub erreichen; organisch: Umgang mit Pflanzen, Tierproduktion → v.a. biologische Belastung)

Chemische Belastungen treten beim Umgang mit einer Vielzahl von Substanzen auf, die in der Landwirtschaft angewendet werden. Die Spanne reicht hierbei von Betriebsmitteln (Diesel, Benzin, Maschinenöle, Reinigungs- und Desinfektionsmittel) bis hin zu Pflanzenschutzmitteln oder Stoffen zur Parasitenbekämpfung. Auch vom Landwirt angewendete veterinärmedizinische Produkte oder sogenannte Leistungsförderer in Futtermitteln (Enzyme, Antibiotika) sind bei der Beurteilung von z.B. (cutanen oder inhalativen) Allergien oder (akut oder kumulativ) toxischen Ekzemen zu berücksichtigen. Gasimmissionen in toxischen Konzentrationen sind v.a. in der Tierproduktion (Ammoniak - NH₃, Schwefelwasserstoff - H₂S und Kohlendioxid – CO₂) bzw. bei der Silierung von Grünfutter (Schwefelwasserstoff – H₂S, Nitrosegase – NO_x) zu erwarten. Grundsätzlich ist zu beachten, dass dem Umgang mit Wasser gerade in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung eine besondere Bedeutung zukommt. Entsprechend der in der Technischen Regel Gefährliche Stoffe (TRGS) 531⁹⁰ "Gefährdung der Haut durch Arbeiten im feuchten Milieu – (Feuchtarbeit)" genannten Kriterien, sind die Bedingungen für Feuchtarbeit z.B. für Tätigkeiten wie Stallreinigung oder Arbeiten im Melkstand in großen landwirtschaftlichen Betrieben anzunehmen.

Der Stellenwert psychomentaler Belastungsfaktoren resultiert zum einen aus der oben geschilderten Technisierung der Landwirtschaft, die zu einer Zunahme der Steuerungs- und Überwachungsaufgaben führt, zum anderen ist das Unternehmerrisiko für Landwirte sehr hoch. Die schlechte wirtschaftliche Lage v.a. kleinerer landwirtschaftlicher Betriebe führt wie oben beschrieben zu zunehmender Konzentrierung in diesem Bereich. Allgemein geht die Tätigkeit in der Haupt- wie Nebenerwerbslandwirtschaft nach wie vor mit ausgesprochen hohen Wochenarbeitszeiten einher und fordert eine hohe Flexibilität der Betriebsleiter und der Familienangehörigen. Für den Mai 2000 veröffentlichte das Statistische Bundesamt eine durchschnittliche Wochenarbeitszeit von 61,1 Stunden für die 320.000 Selbstständigen in der Land- und Forstwirtschaft (einschließlich Fischerei), die damit weit über dem Durchschnitt aller Selbstständiger lag (49,7 Stunden pro Arbeitswoche)⁹¹.

Als arbeitsbedingte biologische Belastungen sind Infektionsgefahren, die auf den Umgang mit (z.T. inapparent) infizierten Nutztieren zurückgehen, ebenso zu nennen wie Erkrankungsrisiken durch die Tätigkeit in der freien Natur und den damit verbundenen Kontakt mit Vektoren von Krankheitserregern. Diese wie auch die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen (z.B. Bakterien, Schimmelpilze, Endotoxine) stehen im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit. Auf das für Beschäftigte in der Landwirtschaft diskutierte erhöhte Risiko für bösartige Erkrankungen⁹² aufgrund der Infektion mit onkogenen Tieviren oder der Aufnahme von kanzerogenen Mykotoxinen wird im Rahmen der vorliegenden Schrift nicht näher eingegangen.

I-3. Biologische Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft

Wie bereits dargestellt, lassen sich bei biologischen Arbeitsstoffen infektiöse, allergisierende und toxische Wirkungen unterscheiden. Während letztere dem Komplex Endotoxine, Mykotoxine und MVOC (d.h. Abbau- und Stoffwechselprodukte von Bakterien und Pilzen) zuzuschreiben sind, kommt in der Landwirtschaft eine Fülle von Infektionserregern aller Gruppen von Mikroorganismen vor (Bakterien, Viren, Protozoen, Pilze, Endoparasiten). Hierbei kann es zur Übertragung von Krankheitserre-

gern zwischen Tieren und Menschen kommen und damit zu Zoonosenⁱ im eigentlichen Sinne.⁹³ Über den Kontakt mit landwirtschaftlichen Nutztieren hinaus sind in der Landwirtschaft Erkrankungsrisiken zu berücksichtigen, die aus der Tätigkeit in der freien Natur resultieren. Hierbei sind u.a. zu nennen: Tetanus, Hanta-Virus-Infektionen, Leptospirose und zeckenbedingte Erkrankungen wie die Frühsommermeningoenzephalitis und die Borreliose.

I-3.1. Infektionskrankheiten

I-3.1.1. Zoonosen bei Beschäftigten in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft sind letztlich nahezu alle der in Deutschland bekannten Zoonosenerreger zu betrachten, wobei im Einzelfall das zu erwartende Erregerspektrum von den im landwirtschaftlichen Betrieb gehaltenen Tierarten und den ausgeübten Tätigkeiten abhängt. Eine umfangreiche Synopse der Krankheitserreger bei Tier und Mensch findet sich im Anhang (Tabelle A2). Hinsichtlich der Übertragungswege ist generell zu berücksichtigen, dass für alle Erreger, die von den Tieren fäkal ausgeschieden werden und in der Allgemeinbevölkerung normalerweise über Kontamination der Nahrungsmittel zu Lebensmittelinfektionen führen, bei den in der Landwirtschaft Tätigen zusätzlich die Übertragung als Schmierinfektionen anzunehmen sind (fäkal-orale Übertragung). Einige, vornehmlich die vektorgebundenen Erkrankungen treten ausschließlich regional begrenzt auf:

- Frühsommermeningoenzephalitis (europäische / asiatische Form)
- Krim-Kongo-Fieber
- Louping ill
- Nephropathia epidemica
- Pappataci-Fieber
- West-Nil-Fieber

Hinsichtlich eines spezifischen Infektionsrisikos bei Beschäftigten in der Landwirtschaft liegen kaum Daten vor. Dies ist zum einen darin begründet, dass einige der genannten menschlichen Krankheiten nicht unter die Meldepflicht nach Bundesseuchen- (BSeuchG)⁹⁴ bzw. dem seit 1. Januar 2001 geltenden Infektionsschutzgesetz (IfSG)⁹⁵ fallen. Zum anderen lassen die vorliegenden Meldedaten nur begrenzte Rückschlüsse auf Erkrankungsrisiken durch berufliche Exposition zu, da die in der Landwirtschaft tätigen Personen nur ca. 1,7% der Allgemeinbevölkerung ausmachen.ⁱⁱ Auch ist eine vergleichende Analyse des Erkrankungsgeschehens z.B. zwischen ländlichen und städtischen Regionen nicht möglich, weil die Fallzahlen oft ausschließlich auf Ebene der Regierungsbezirke bzw. Bundesländer vorliegen.⁹⁶ Eine Übersicht über die allgemeine Häufigkeit meldepflichtiger menschlicher Zoonosen liefern die Berichte des Robert Koch-Institutes (RKI). Anzeigen und Meldungen tierischer Erkrankungen erfolgen in Deutschland gemäß Tierseuchengesetz⁹⁷ bzw. der Verordnung über anzeigenpflichtige Tierkrankheiten⁹⁸ oder der Verordnung über

ⁱ Die Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation, WHO) definiert Zoonosen als "Krankheiten und Infektionen, die in natürlicher Weise zwischen Menschen und Wirbeltieren übertragen werden". Die Bezeichnung "Anthropozoonose" für Krankheiten, die vom Menschen auf Tiere und "Zooanthroposen" für solche, die von Tieren auf Menschen übertragen werden, sind international nicht mehr gebräuchlich – nicht zuletzt, weil die Übertragungsrichtung oft variabel ist.

ⁱⁱ Berechnet aus: 1,41 Millionen Arbeitskräfte in der Landwirtschaft Beschäftigte (inkl. Saisonarbeiter) und 82,025 Millionen Einwohner Deutschlands.

die meldepflichtigen Tierkrankheiten⁹⁹. Letztere Verordnung bezieht sich auf die Erkrankungen, die nicht mit staatlichen Maßnahmen bekämpft werden, über die aber ein Überblick vorhanden sein muss. Die Einordnung der tierischen Erkrankungsfälle in das internationale Infektionsgeschehen erfolgt durch den jährlichen Bericht des BMVEL an das "Office International des Epizooties" (OIE), das jeweils die Publikation "World Animal Health" herausgibt.¹ Wie oben für die menschlichen Erkrankungen dargestellt gilt auch hier, dass nicht alle Zoonosenerreger melde- oder anzeigepflichtig sind (Tabelle I-3.1.1.1).

Eine zusammenfassende Übersicht über das epidemiologische Geschehen bei Mensch und Tier liefert der jährlich erscheinende "Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland" des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV). Angaben hinsichtlich spezifischer Infektionsrisiken in der Landwirtschaft lassen sich diesem jedoch aufgrund der Datenbasis nicht entnehmen.

Insgesamt kommt in Deutschland auf der Grundlage der erfassten menschlichen Erkrankungen der Enteritis infectiosa – und hier v.a. den Salmonellosen - die größte Bedeutung zu. Andere Zoonosen sind im Vergleich bei Mensch und Tier deutlich seltener (Tabelle I-3.1.1.2).

	Erkrankungen beim Menschen		Erkrankungen beim Tier	
Zoonose	BSeuchG	IfSG	Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen, Fassung 11. April 2001	Verordnung über die meldepflichtigen Tierseuchen, Fassung 11. April 2001
Brucellose	E, T	N	Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen	
Borna Disease				X
Campylobakteriose "darmpathogen"		N		
Chlamydien-Abort				X Schaf
Echinokokkose		N		
Enteritis infectiosa	Salmonellose KV, E, T	Salmonella: N	Salmonellose der Rinder	
	EHEC KV, E, T	N		
	Übrige Formen KV, E, T	Sonst. darmpathogene E. coli: N		
Euterpocken des Rindes				X (Parapoxvirus)
Fleckfieber	KV, E, T	N		
Humane spongiforme Enzephalopathien (außer hereditäre Formen)		KV, E, T	Transmissible spongiforme Enzephalopathie X	

¹ Die Berichterstattung erfolgt an die "Food and Agriculture Organization of the United Nations" (FAO), die "World Health Organization" (WHO) und das OIE, wobei letzteres die Daten sammelt und in Berichtsform herausgibt (vgl.: <http://www.oie.int>).

Zoonose	Mensch		Tier	
	BSeuchG	IfSG	Anzeige	Meldung
Kryptosporidiose		N (Cryptosporidium parvum)		
Leptospirose	E, T	N		X
misteriose		N		X
Maul- und Klauenseuche			X	
Meningitis / Enzephalitis (Neuroborreliose, FSME)	E, T	FSME-Virus N		
Milzbrand	KV, E, T	KV, E, T, N	X	
Newcastle-Disease			X	
Orf				X (Parapoxvirus)
Ornithose	KV, E, T	N	X (Psittakose)	X Ornithose außer Psittakose
Paratuberkulose des Rindes				X
Paratyphus A, B, C	KV, E, T	KV, E, T, N		
Pest	KV, E, T	KV, E, T, N		
Pocken	KV, E, T			Säugerpocken (Orthopoxviren)
Q-Fieber	E, T	N		X
Rotz	E, T		X	
Rückfallfieber	KV, E, T	N		
Tollwut	KV, E, T	KV, E, T, N	X	
Toxoplasmose		Konnatal: N		X
Trichinose	E, T	N		
Tuberkulose	E, T "Aktive Form"	E ("behandlungsbedürftig"), T, N	Tuberkulose der Rinder	Tuberkulose des Geflügels
Tularämie	KV, E, T	N		X
Virusbedingtes hämorrhag. Fieber	KV, E, T	KV, E, T Hanta-Viren: N Andere Erreger: N		
Yersiniose (darmpathogen)		N Y. enterocolitica		

KV: Krankheitsverdacht, E: Erkrankung, T: Tod, N: Erregernachweis (direkt oder indirekt) bei akuter Erkrankung

Tabelle I-3.1.1.1: Melde- und anzeigepflichtige Zoonosen bei Mensch und Tier, Deutschland

Erkrankung	Menschliche Erkrankungsfälle				Erkrankungsfälle bei Tieren (Ausbrüche)					
	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999		
Milzbrand	k.A.	0	0	k.A.	Letzter Ausbruch 1994					
Leptospirose	13	24	40	45	k.A.	90	64	73		
Q-Fieber	72	78	147	276	k.A.	194	220	142		
Tollwut	1	0	0	k.A.	21 Haustiere* 122 Wildtiere*	8 Haustiere* 78 Wildtiere*	8 Haustiere* 100 Wildtiere*	12 Haustiere* 59 Wildtiere*		
Trichinose	1	9	51	22	Kommt vor, keine Zahlen vorhanden					
Rinder-Tuberkulose	k.A.	k.A.	k.A.	M. bovis: 64	k.A.	10	5 (97*)	2 (3*)		
Ornithose	134	124	155	109	Kommt vor, keine Zahlen vorhanden	432 (Vögel)	377 (Vögel)	320 (Vögel)		
Tularämie	2	0	3	2	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.		
Listeriose	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Kommt vor, keine Zahlen vorhanden	447	333	273		
Toxoplasmose	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Letzter Ausbruch 1992					
Rotlauf	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Kommt vor, keine Zahlen vorhanden					
Brucellose	23	25	18	21	Kommt vor, keine Zahlen vorhanden					
Salmonellose	109.499	105.340	97.100	85.146	Rinder: intestinale Salmonellosen kommen vor, keine Zahlen					
EHEC**	k.A.	k.A.	k.A.	982	Untersuchung von Einzelproben auf Shigatoxin-bildende E.coli: Rinder: 22,34% (n=998, 1999) – 8,71% (n=1.159, 1998) Ziegen: 26,83% (n=41, 1999) – 51,43% (n=35, 1998) Schafe: 63,46% (n=52, 1998) [1999: 3 von 6 Proben positiv]					

** Meldepflicht seit November 1998

* Fallzahlen absolut

Tabelle I-3.1.1.2: Erkrankungen an Zoonosen bei Mensch und Tier, Deutschland, 1995-1999, Synopse nach BgVV¹⁰⁰, OIE¹⁰¹ und RKI^{102 103 104 105 106}

Keine oder nur wenige Daten liegen für die Krankheitserreger vor, die keine melde- oder anzeigenpflichtigen Erkrankungen hervorrufen. Wie aus Tabelle A2 (im Anhang) ersichtlich, sind hierbei eine Reihe von fakultativ pathogenen Zoonoseerregern zu nennen, die nur selten zu einem symptomatischen Krankheitsverlauf beim Menschen führen – in der Regel nach Kontakt mit inapparent infizierten Tieren. Als Beispiel zu nennen sind hier Krankheitserreger, die vornehmlich mit Wundinfektionen assoziiert sind, in deren Folge es jedoch auch zu z.B. einer Septikämie mit Endokarditis oder Sepsis kommen kann (z.B. *Streptococcus suis* Typ 2 oder *Pasteurella multocida*).¹⁰⁷ In ihrer (klinischen und epidemiologischen) Bedeutung wie auch Ätiologie schwer fassbar sind chronisch persistierende oder latente Infektionen beim Menschen, die zu teilweise uncharakteristischen Krankheitsbildern führen können. Beispielhaft seien an dieser Stelle Untersuchungen zu Chlamydieninfektionen bei Beschäftigten in der Nutztierhaltung genannt, in denen eine erhöhte Durchseuchung exponierter Personen aufgezeigt wurde¹⁰⁸.

I-3.1.2. Schutzmaßnahmen gegen Infektionserreger in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung

Schutzmaßnahmen bei möglicher Gefährdung durch Zoonose-Erreger sind in der TRBA 230 "Landwirtschaftliche Nutztierhaltung" zusammengefasst.¹⁰⁹ Für den Umgang mit gesundheitlich unverdächtigen landwirtschaftlichen Nutztieren sieht die technische Regel vor, dass bei Umsetzung allgemeiner Hygieneregeln (wie z.B. in der TRBA 500 formuliert) die grundlegenden Schutzanforderungen erfüllt seien. Gefordert wird konkret, dass Tierhaltungsräume leicht zu reinigen und ausreichend belüftet sein müssen.

Kommen Infektionserreger der Risikogruppe 2 vor (kranke oder krankheitsverdächtige Tiere, infiziert mit z.B. Newcastle-Disease-Virus, Kuhpocken-Virus, Melkerknoten-Virus, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, Enteritidis-Salmonellen, *Toxoplasma gondii*, Leptospiren, Trichophyton- und *Microsporum*-Arten), so sind mindestens die folgenden Schutzmaßnahmen umzusetzen:

- Der Zutritt zum Tierhaltungsbereich ist auf die erforderlichen Personen zu beschränken.
- Die Beschäftigten sind vor Beginn ihrer Tätigkeiten arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen zu unterweisen. Die für den Umgang mit Tieren verantwortliche Person muss sicherstellen, dass alle, die mit den Tieren und Tiermaterial in Berührung kommen oder Reinigungsarbeiten in den entsprechenden Bereichen durchführen, mit den örtlichen Regeln vertraut sind und andere erforderliche Vorsichtsmaßnahmen und Verfahren kennen.
- Erkrankte und verdächtige Tiere müssen abgesondert und ggf. behandelt werden.
- Im Tierhaltungsbereich ist ein Händedesinfektionsmittel bereitzuhalten. Es ist für eine Handwaschgelegenheit im Arbeitsbereich zu sorgen.
- Die Arbeitsbereiche, Einrichtungen und Geräte sind zu reinigen und erforderlichenfalls zu desinfizieren.
- Für die Beschäftigten ist geeignete Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen.

Bei möglichem Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 3 (z.B. Brucellen, *Mycobacterium bovis*, *M. tuberculosis*, Chlamydia psittaci (aviär), Tollwutvirus, Fuchs- und Hundebandwurm, *Coxiella burnetii* (Q-Fieber); auch hier wiederum konkretisiert durch kranke oder krankheitsverdächtige Tiere im Bestand) werden als angemessene Maßnahmen gefordert:

- In Abhängigkeit vom Infektionsrisiko sind besondere Tierhaltungsbereiche einzurichten. Für das Arbeiten mit erkrankten oder krankheitsverdächtigen Tieren ist ein Hygieneplan zu erstellen.
- Schutzkleidung ist im Arbeitsbereich getrennt von anderer Kleidung aufzubewahren.
- Kontaminierte persönliche Schutzkleidung ist sachkundig zu dekontaminieren und zu reinigen, ggf. zu vernichten.
- Bei Tätigkeiten mit infizierten Tieren sind entsprechende persönliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen z. B. Schutzhandschuhe, Atemschutzmasken.
- Tiermaterial und kontaminierte Tierprodukte einschließlich Tierkadaver sind in verschließbaren, gekennzeichneten Behältern aufzunehmen und entsorgen zu lassen.
- Einrichtungen und Geräte sind nach Gebrauch zu reinigen und zu desinfizieren.
- Der Zutritt zum Tierhaltungsbereich ist auf die Personen zu beschränken, die für die Behandlung der Tiere erforderlich sind. Die Anwesenheit der Personen ist zu dokumentieren.

Ergänzend können im Einzelfall seuchenrechtlich notwendige Maßnahmen ergriffen werden.

Der Kontakt mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 4 ist laut TRBA 230 für die landwirtschaftliche Nutztierhaltung in Deutschland bisher nicht beschrieben.

Steht ein wirksamer Impfstoff gegen eine Erkrankung zur Verfügung, für die bei Beschäftigten in der Landwirtschaft ein erhöhtes Infektions- oder Erkrankungsrisiko besteht, kommt dem Angebot von Schutzimpfungen grundsätzlich eine besondere Bedeutung zu.

I-3.1.3. TSE-Erreger in der Landwirtschaft

Besonderes Augenmerk gilt aufgrund der Schwere des Krankheitsbildes den TSE-Erregern.

Die BSE-Epidemie begann 1985 mit unklaren neurologischen Krankheitsbildern bei einzelnen Rindern in Großbritannien. 1992 wurden über 36.000 Krankheitsfälle bei Rindern beobachtet. Danach nahm die Zahl wieder ab. Die Gesamtzahl der Fälle in Großbritannien seit 1985 beträgt über 177.000 Rinder (OIE, Stand: 31.10.2001). Daneben wurde die Krankheit bei ca. 70 Katzen und einigen Zootieren nachgewiesen. In Deutschland wurde die routinemäßige Testung von geschlachteten Rindern auf dem Verordnungsweg¹¹⁰ erst im Dezember 2000 eingeführt; seither wurden nach Angaben des BMVEL 120 Fälle erfasst (Stand: 31.10.2001) (Abb. I-3.1.3.1).

Der TSE-Erreger ist entsprechend der kodifizierten Fassung der Richtlinie 2000/54/EG in die Risikogruppe 3** eingestuft. In dieser Gruppe der biologischen Arbeitsstoffe sind die Krankheitserreger zusammengefasst, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können, deren Infektionsrisiko jedoch begrenzt ist, da eine Infektion über den Luftweg normalerweise nicht erfolgen kann.

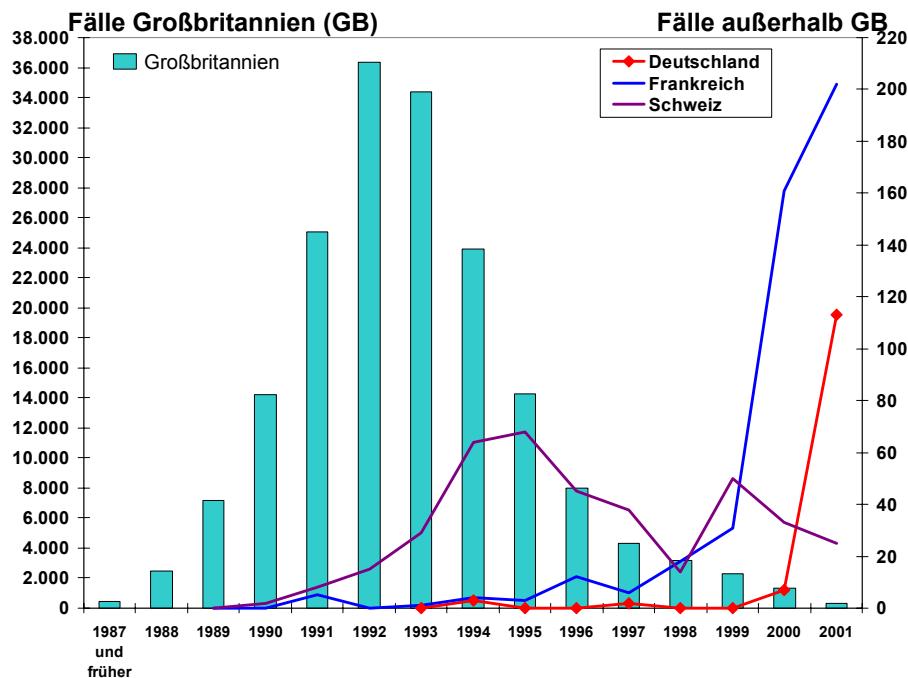


Abb. I-3.1.3.1: BSE-Fälle bei Rindern: Großbritannien, Deutschland, Frankreich, Schweiz (Stand 31.10.01, Angaben des BMVEL und des OIE)

Es wird davon ausgegangen, dass eine Gefährdung der Beschäftigten nur bei Kontakt mit den sogenannten spezifizierten Risikomaterialien (SRM) vorliegt. Hierbei sind jene Organe und Gewebe zu berücksichtigen, in denen der TSE-Erreger bei infizierten oder erkrankten Tieren zum Teil in sehr hohen Konzentrationen festzustellen ist, d.h.

- der Schädel einschließlich Gehirn und Augen, die Mandeln, das Rückenmark und der Darm von Rindern, die älter als 12 Monate sind,
- der Schädel einschließlich Gehirn und Augen, die Mandeln und das Rückenmark von Schafen und Ziegen, die älter als 12 Monate sind oder von solchen Schafen oder Ziegen, bei denen ein permanenter Schneidezahn durchgebrochen ist, sowie die Milz von Schafen und Ziegen.

Neben dem vermuteten oralen Übertragungsweg auf den Menschen, ist bei Beschäftigten tätigkeitsabhängig die Aufnahme von TSE-Erregern

- über die Schleimhäute des Mundes und der Nase,
- über die Schleimhäute der Augen,
- durch Verschlucken und
- bei Verletzungen der Haut (insbesondere Schnitt- und Stichverletzungen) möglich.

Es ist jedoch festzuhalten, dass im Bereich der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung nach derzeitigem Kenntnisstand nicht von einem erhöhten Infektionsrisiko für die Beschäftigten auszugehen ist, da hier in der Regel kein Kontakt mit Risikomaterial stattfindet.¹¹¹ Dies deckt sich mit epidemiologischen Befunden aus Großbritannien, in denen keine erhöhte Mortalität an CJD oder Demenzerkrankungen für Landwirte festgestellt wurde.¹¹² Theoretisch denkbar ist jedoch, dass es in der Vergangenheit zur inhalativen oder oralen Aufnahme geringer Mengen von BSE-Erreger-haltigem Futtermaterial kam.

Werden Hausschlachtungen von Rindern vorgenommen, so setzt der ABAS-Beschluss 602 diese hinsichtlich der Anforderungen an den Arbeitsschutz der Tätig-

keit in Schlachthöfen gleich. Die Arbeitsschutzmaßnahmen nach TRBA 230 "Landwirtschaftliche Nutztierhaltung" müssen bei einer derartigen Expositionsmöglichkeit somit ergänzt werden um¹:

- feuchtigkeitsdichte und feuchtigkeitsabweisende Schutzhandschuhe an allen Arbeitsplätzen, an denen Kontaktmöglichkeit mit Risikomaterial besteht. An Arbeitsplätzen, an denen mit scharfen Werkzeugen wie z.B. Handmesser, Rückenmarkhöhlmeser, Rückenmarkfräse umgegangen wird, sind diese unter dem schnittemmenden Handschuh zu tragen;
- geeigneter Gesichtsschutz (z.B. Spritzschutz, Visier), wenn die Möglichkeit besteht, dass Spritzer von Risikomaterialien auftreten können. Dies gilt insbesondere für die Arbeitsplätze "Schussbetäubung", "Tierhalbierung" und "Rückenmarksentnahme" sowie ggf. für Reinigungsarbeiten.
- Geeignete Schutzkleidung.

Aus den vorstehend zusammengefassten Daten zu Infektionserregern und -erkrankungen wird deutlich, dass nur wenige Angaben zu den spezifischen Infektionsrisiken in der deutschen Landwirtschaft verfügbar sind. Unbefriedigend ist die Datenlage vor allem im Hinblick auf die inapparente Durchseuchung der landwirtschaftlichen Nutztierbestände mit Krankheitserregern, die zwar nicht beim Tier, jedoch beim Menschen Erkrankungen hervorrufen können. Auch wurden bisher allein die Infektionsgefahren in der landwirtschaftliche Nutztierhaltung in einer TRBA betrachtet, während die besonderen Bedingungen der Pflanzenproduktion im Regelwerk unberücksichtigt blieben.

Exemplarisch für die tätigkeitsspezifische Exposition gegenüber Infektionserregern sollen in der vorliegenden Arbeit die zeckenbedingten Erkrankungen am Beispiel der Borreliose und der Frühsommermeningoenzephalitis (FSME) in ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft näher beleuchtet werden.

I-3.2. Zeckenbedingte Erkrankungen: FSME und Borreliose

I-3.2.1. Zecken

Zecken gehören zum Stamm der Gliederfüßer (*Arthropoda*) und sind als blutsaugende Ektoparasiten landlebender Wirbeltiere wichtige Überträger für zahlreiche Mikroorganismen¹¹³. Als Vektor für die Erreger der FSME und der Borreliose sind vor allem die Schildzecken (*Ixodidae*) von Bedeutung: in Mitteleuropa handelt es sich hierbei um *Ixodes ricinus* (gemeiner Holzbock). Die Zecke durchläuft nach dem Schlüpfen aus dem Ei über die Larve und die Nymphe hin zur adulten Zecke einen dreistadialen Entwicklungszyklus, wobei sie in jedem Entwicklungsstadium eine Blutmahlzeit aufnimmt. Die Zecke saugt im Lauf ihres Entwicklungszyklus auf verschiedenen Wirten. Zur Wirtssuche halten sich die Larven in der Krautschicht auf, Nymphen sitzen auf Gräsern und krautigen Pflanzen. Adulte Zecken klettern auf Pflanzen in bis zu 1,5 m

¹ Der Beschluss ABAS 602 definiert weitere Einzelheiten zu den Schutzmaßnahmen gegen Infektionen mit dem BSE-Erreger, auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen wird.

Höhe. Dort warten sie auf potentielle Wirte, von denen sie abgestreift werden, sie fallen jedoch nicht von Bäumen. Nymphen sind in der Regel sehr zahlreich in einem Zeckenhabitat anzutreffen¹¹⁴ und werden zudem im Gegensatz zu den adulten Zecken wegen ihrer geringen Größe vom betroffenen Wirt (d.h. dem Menschen) oft nicht bemerkt. Von ihnen und den adulten Zecken geht folglich die Hauptinfektionsgefahr für Menschen aus. Die Entwicklung von *Ixodes ricinus* dauert circa 2-6 Jahre¹¹⁵, wobei die Tiere die meiste Zeit freilebend verbringen. Jedes Stadium wie auch die Eier können überwintern.

I-3.2.2. FSME

Die Frühsommermeningoenzephalitis (FSME) ist eine durch Zecken übertragene virale Zoonose, die in weiten Teilen Europas und Asiens verbreitet ist. Das FSME-Virus (FSMEV) zählt in der Familie der *Flaviviridae* zum Genus Flaviviren, zu dem unter anderem auch das Gelbfieber-Virus, das Japan-Enzephalitis-Virus, die Dengue-Viren und das Hepatitis-C-Virus gehören. Die Virionen des Genus Flaviviren haben eine gemeinsame Struktur: sie sind sphärisch (mit einen Durchmesser von 45-60 nm); die Lipidhülle umschließt eine Positivstrang-RNA. Diese kodiert für ein Hüllprotein E (major envelope glycoprotein), Nicht-Strukturproteine sowie die Proteine C (capsid) und M (membrane). Das Glykoprotein E (gE) stellt das Hauptantigen des FSME-Virus dar. Es ist für die hämagglutinierende Wirkung verantwortlich und induziert eine schützende Immunantwort mit der Bildung von neutralisierenden Antikörpern. Es bewirkt die Bindung an und das Eindringen des Virus in Zellen und ist damit die Voraussetzung für die Infektion von Wirtszellen.

Die Erreger der Zentraleuropäischen Enzephalitis (CEE) und der Russian-Spring-Summer Encephalitis (RSSE) stellen zwei Subtypen des FSME-Virus dar. Sie sind sehr nah verwandt und weisen bei Analyse des Protein E eine Aminosäuren-Homologie von über 96% auf. Aufgrund dieser Homologie schützen neutralisierende Antikörper, die durch einen der beiden Subtypen induziert wurden, auch gegen den anderen Virustyp. Die geographische Ausbreitung der beiden Virustypen ist an die 7°C-Isotherme gebunden und entspricht dem Vorkommen des jeweiligen Hauptvektors. Das FSME-Virus ist wie alle Flaviviren durch Konformationsänderungen des Protein E pH- und temperaturempfindlich: optimale Infektiosität besteht im Bereich von pH 8.4 bis 8.8; schon ab 50°C ist nach 10 Minuten 50% der Infektiosität verloren. Der Erreger ist als behülltes Virus für Lösemittel und Detergentien empfindlich.

I-3.2.2.1. Übertragungsmodus und Epidemiologie

Das FSME-Virus kommt in sogenannten Naturherden (PAVLOVSKIJ)¹¹⁶ vor, d.h. in Gebieten, in denen sich wechselseitige Beziehungen herausgebildet haben zwischen Virus, Vektor und Vektorwirten, die als Reservoir für das Virus dienen. Der Erreger kann so räumlich begrenzt (endemisch) dauerhaft vorkommen. Im Fall des FSME-Virus ist die Zecke Vektor und Reservoir zugleich, Kleinsäuger wie Mäuse und Maulwürfe sind die Hauptreservoir. Akzidentelle Wirte (z.B. größere Säugetiere, Menschen) können ebenfalls infiziert werden. Die Konstanz des Naturherdes hängt vor allem von Umweltfaktoren ab. Aus der Tatsache, dass die Aktivität des Naturherdes durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden kann, wird ersichtlich, dass die Infektionsgefahr für den Menschen in einem bestimmten Gebiet über die Jahre unterschiedlich sein kann. Wechselnde Freizeitgewohnheiten und neue Formen der Landschaftsnutzung beeinflussen das Infektionsrisiko zusätzlich.

Als Vektor für das FSME-Virus sind vor allem die Schildzecken (Ixodidae) von Bedeutung: in Mitteleuropa ist *Ixodes ricinus* (gemeiner Holzbock) der Hauptvektor des Virus, im asiatischen Raum dagegen wird FSMEV durch *Ixodes persulcatus* (Taiga-zecke) übertragen. Das Virus kann hierbei sowohl transstadial als auch transovarial übertragen werden, d.h. schon Larven oder Nymphen können virushaltig sein. Zusätzlich können benachbart auf einem Wirt saugende Zecken (*cofeeding ticks*) Virus austauschen, ohne dass es zu einer Virämie des Wirtes kommen muss^{117 118}. Dieser Mechanismus scheint für die Ausbildung und den Erhalt eines FSME-Naturherdes am bedeutendsten zu sein. Der Prozentsatz FSMEV-positiver Zecken schwankt je nach Jahr und Region zwischen 0,01% und 5%.^{119 120 121}

Die Frühsommermeningoenzephalitis ist in vielen europäischen und asiatischen Ländern verbreitet, wobei die Inzidenz in den verschiedenen Regionen sehr unterschiedlich sein kann. In Abhängigkeit von ökologischen und vor allem klimatischen Einflüssen lassen sich Schwankungen in der Zahl der Erkrankungen über die Jahre beobachten. Alle Faktoren, die die Zeckendichte (z.B. Klima, Besatz des Biotops mit Kleinsäugern, Vegetation) und die Wahrscheinlichkeit für menschlichen Zeckenkontakt (z.B. Freizeitgewohnheiten, Kleidung, Ausübung eines Risikoberufes) beeinflussen können, modifizieren letztlich die Infektions- und Erkrankungsgefahr.

Außerhalb Deutschlands wurden in Europa FSME-Fälle aus Risikogebieten in den folgenden Ländern beobachtet: Russland, Moldawien, Ukraine, Lettland, Estland, Litauen, Finnland, Südschweden, Polen, Tschechien, Slowakei, Slowenien, Kroatien, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Albanien, Österreich, Schweiz (v.a. Hochrhein- und Bodenseegebiet) und östliches Frankreich (Elsass). Daneben kamen einzelne Fälle im Nordosten Chinas und in Japan (Hokkaido) vor. In Deutschland (BRD) wurde 1976 mit der umfassenden Registrierung der FSME begonnen, nachdem zuvor schon einzelne Erkrankungsfälle dokumentiert worden waren. Erkrankungen werden in Baden-Württemberg, Bayern und Südhessen beobachtet, wobei Anfang der 90er Jahre zum einen eine deutliche Zunahme der FSME-Fallzahlen festzustellen war, zum anderen in Baden-Württemberg, anders als in den Jahren zuvor, mehr Fälle als in Bayern auftraten. In den 60er Jahren traten FSME-Erkrankungen auch in der DDR auf. Die Überwachung dieser ehemaligen Risikogebiete über die Registrierung möglicher Fälle sowie die Erhebung von Seroprävalenzdaten bei Menschen und Tieren und von Daten zur Durchseuchung der Zecken mit FSME-Virus ergab, dass das Virus zwar noch in der Natur zirkuliert, die Naturherde im Gebiet der ehemaligen DDR sich derzeit jedoch in einer Phase der sogenannten „endemischen Latenz“ befinden¹²². Seit mehreren Jahren ist es nur zu ganz vereinzelten Erkrankungen bei Menschen gekommen.

In Deutschland werden über die Zahl der in definierten Regionen beobachteten FSME-Fälle Risikogebiete definiert und regelmäßig in Karten veröffentlicht. Derzeit werden die Risikogebiete über die Anzahl von FSME-Patienten pro Landkreis erfasst¹²³.

- FSME-Risikogebiet:
seit 1981 ≥ 5 autochthone Fälle innerhalb 5 Jahre oder ≥ 2 Fälle in 2 Jahren
- FSME-Hochrisikogebiet:
seit 1981 ≥ 25 autochthone Fälle innerhalb 5-Jahres-Periode

I-3.2.2.2. Krankheitsbild

Nach wie vor bestehen Unsicherheiten in der Frage, wie viele Patienten nach dem Stich einer infizierten Zecke erkranken. Zu einer manifesten FSME kommt es nur bei 10-30% der infizierten Personen. Die Inkubationszeit entspricht der Phase der Virus-

replikation bis hin zur Virämie. Letztere imponiert klinisch als Prodromalphase der Erkrankung und beginnt in der Regel circa 1 Woche nach FSMEV-Infektion. Eine Übertragung von Mensch zu Mensch ist nicht bekannt.

Der Verlauf der Infektion beim Menschen ist charakteristischerweise biphasisch: nach einer Prodromalphase mit grippalen Symptomen, gastrointestinalen Beschwerden und eventuell Leuko- und Thrombozytopenie circa 1 Woche (4-21 Tage) nach der Infektion kann es zur Besiedelung des Zentralnervensystems kommen. Zwischen beiden Phasen liegt charakteristischerweise ein symptomloses Intervall von circa 1 Woche Dauer (4-14 Tage). Spezifische Antikörper lassen sich in der Regel mit Beginn der neurologischen Symptomatik nachweisen, zeitgleich treten auch Liquorveränderungen inklusive intrathekaler Produktion von spezifischen Antikörpern der Klasse IgM, IgA und IgG auf. Die Antikörper im Serum bleiben nach Erkrankung in der Regel lebenslang nachweisbar.

Der typische biphasische Verlauf folgt auf Infektionen sowohl mit dem westlichen als auch dem östlichen Subtyp des FSME-Virus, allerdings unterscheiden sich die beiden Typen in der Schwere des neurologischen Krankheitsbildes, das sie auslösen können: während die Letalität in Europa (westlicher Subtyp) bei 1-2% der Erkrankten liegt, beträgt der Anteil der tödlichen FSME-Verläufe nach Infektion mit dem östlichen Subtyp bis zu 20%.

Neben Beobachtungen zur Klinik der FSME aus Bayern und Österreich erlauben vor allem die in den letzten Jahren in Baden-Württemberg gesammelten Daten einen guten Überblick über mögliche Verlaufsformen und Prognose der FSME¹²⁴. Unter 510 serologisch gesicherten Fällen der Jahre 1994 bis 1997 erkrankten 45% der Patienten an einer isolierten Meningitis und 43% an einer Meningoenzephalitis. 12% der Betroffenen zeigten Symptome einer Myelitis oder Radikulitis. Die Letalität betrug 1,6%.

Im Vordergrund der FSME-Diagnostik steht der Antikörpernachweis, denn sowohl der Nachweis viraler RNA mittels Polymerasekettenreaktion (polymerase chain reaction, PCR) als auch die Virusisolierung gelingen aus Blut in der Regel nur kurze Zeit nach der Infektion. Das FSME-Virus induziert die Bildung neutralisierender Antikörper, deren Vorhandensein Immunität anzeigt. Verschiedene Testverfahren stehen für die Detektion dieser spezifischen Antikörper zu Verfügung: Neutralisationstest (NT), Hämagglutinations-Hemmtest (HHT), Komplementbindungsreaktion (KBR), Western Blot (WB) und Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA). Aufgrund der Automatisierbarkeit hat sich das letztere Verfahren in der Routine-Labordiagnostik durchgesetzt. Die Antigenverwandtschaft des FSME-Virus mit anderen Flaviviren (z.B. Gelbfieber-Virus, Japan-Enzephalitis-Virus, Dengue-Viren) kann den sicheren Nachweis spezifischer Antikörper gegen FSMEV erschweren.

Von einer FSME ist dann auszugehen, wenn bei klinischem Verdacht der Nachweis von IgM- und IgG-Antikörpern im ELISA gelingt. In den Fällen, in denen trotz klinischer Symptomatik nur IgG ohne IgM nachweisbar ist, kann über die Untersuchung der Avidität der IgG-Antikörper in der Regel zwischen einer frischen Infektion (unreife Antikörper) und einer länger zurückliegenden Infektion (reifere Antikörper) differenziert werden.

Eine kausale oder gar virostatische Therapie der FSME ist nicht möglich. Wichtig ist jedoch - wie bei anderen viralen Enzephalitiden - die unspezifische symptomatische Therapie.

I-3.2.3. Borreliose

Die Lyme Borreliose ist eine weltweit verbreitete durch Zecken übertragene bakterielle Zoonose. *Borrelia burgdorferi sensu lato* (B.b.s.l.), der Erreger der Lyme Borreliose, zählt zu den Spirochäten, ist 10-30 µm lang und misst 0,18-0,25 µm im Durchmesser. Die schraubenförmigen Bakterien sind gramnegativ und können mittels Giemsa- oder Silberfärbung dargestellt werden. Ungefärbte Zellen sind im Phasenkontrast- oder Dunkelfeldmikroskop zu sehen. Ihre Zelloberfläche besteht aus einer glykoproteinhaltigen Mukoidmembran, die dem Protoplasma anliegt. Auf dieser sind die sog. Outer-surface-Proteine (Osp) lokalisiert, die wichtige Antigene des Erregers sind. Man unterscheidet Osp A (bisher 8 Serotypen definiert) von OspB, C (16 Serotypen bekannt), D, E und F. Die Kreuzreaktivität gegen die jeweiligen Proteine ist sehr unterschiedlich ausgeprägt, was für die Impfstoffentwicklung von Bedeutung ist. Die bisher isolierten Stämme werden molekularbiologisch und serologisch unterschieden in die Spezies *B. burgdorferi sensu strictu* (B.b.s.s.), *B. garinii*, *B. afzelii* und *B. japonica*, wobei in Europa alle drei erstgenannten Formen vorkommen. In den USA ist dagegen nur *B. burgdorferi sensu strictu* bekannt.

I-3.2.3.1. Übertragungsmodus und Epidemiologie

B. burgdorferi wird durch verschiedene Zeckenspezies der Gattung *Ixodes* übertragen. In Mitteleuropa stellt *Ixodes ricinus* („Holzbock“) den häufigsten Vektor dar, in den USA werden die Bakterien durch *Ixodes dammini* und *Ixodes pacificus* sowie in Osteuropa und Asien durch *Ixodes persulcatus* übertragen. Borrelien können sowohl transstadial als auch transovarial übertragen werden, d.h. schon Larven oder Nymphen können erregerhaltig sein. In Europa sind, je nach Region, etwa 5-35% der *I. ricinus* Zecken mit *B. burgdorferi* durchseucht¹²⁵.

Verlässliche Daten zur Epidemiologie der *B. burgdorferi*-Infektionen sind wegen der unterschiedlichen serologischen Methoden und einer fehlenden generellen Meldepflicht in Deutschland nur schwer erhältlich. Aus den USA, wo die Überwachung der Erkrankung festgeschrieben ist, wird eine Inzidenz von 1,7-34,4 pro 100 000 berichtet. Aus Deutschland liegen aus einzelnen Ländern Daten vor (z.B. Brandenburg: 18 pro 100.000¹²⁶, Sachsen: 3,83-5,88/100.000 Einwohner¹²⁷).

I-3.2.3.2. Krankheitsbild

Nach wie vor ist unklar, wie viele Patienten nach dem Stich einer infizierten Zecke erkranken. Die Inkubationszeit beträgt bei der Borreliose je nach klinischer Symptomatik wenige Tage (Erythema migrans) bis einige Wochen oder Monate (Arthritis, Karditis, Neuroborreliose). Eine Übertragung von Mensch zu Mensch ist wenig wahrscheinlich; allerdings können die korpuskulären Blutbestandteile größere Mengen an Borrelien enthalten.¹²⁵

Bei der Borreliose werden nach STEERE¹²⁸ frühe und späte Verlaufsformen oder drei Stadien unterschieden. Das Stadium 1 ist charakterisiert durch ein Erythema migrans (EM) und regionale Lymphknotenschwellungen. Im Stadium 2 (ebenfalls früh nach der Infektion) kommt es zu disseminierten Krankheitszeichen wie Allgemeinsymptomen (akute Borreliose), Lymphadenosis cutis benigna, multiple EM, akute Neuroborreliose, Arthritis und Karditis. Die Symptome des Stadium 3 (späte Erkrankung) treten Monate bis Jahre nach der Infektion auf. Es handelt sich hierbei um Manifestationen der Haut (Acrodermatitis chronica atrophicans), der Gelenke und des Nervensystems (chronische Neuroborreliose).

Im Vordergrund der Borrelien-Diagnostik steht der Antikörpernachweis. Dieser soll als Stufendiagnostik erfolgen¹²⁹:

- 1. Stufe: ELISA, IFT oder Hämagglutinations-Test (HAT) (ELISA und IFT: Unterscheidung in IgG- und IgM-Antikörper möglich)
- 2. Stufe: Immunoblot (Western Blot, WB) als Bestätigungstest

Ein großes Problem der serologischen Diagnostik ist die fehlende Standardisierung der Testverfahren. Grundsätzlich sind die zu erwartenden serologischen Befunde vom Stadium der Erkrankung und der Dauer der Symptome abhängig.

Für die Behandlung der Borreliose stehen verschiedene Antibiotika zur Verfügung: Doxycyclin®, Amoxicillin®, Cefuroxim®, Ceftriaxon®, Cefotaxim®. Die Behandlung sollte entsprechend der jeweils aktuellen Expertenmeinung durchgeführt werden¹³⁰.

I-3.2.4. Prophylaxe der Zecken bedingten Erkrankungen

Bei der Vorbeugung der genannten Erkrankungen kommt der Vermeidung des Zeckenkontakte die größte Bedeutung zu. Hierbei ist grundsätzlich bei Aufenthalten in der Natur darauf zu achten, dass gebahnte Wege benutzt werden und Personen nicht durchs tiefe Gras und entlang von Böschungen und Hecken streifen. Im Hinblick auf die FSME gilt zusätzlich, dass bekannte Herde mit hoher FSME-Virus-Durchseuchung der Zecken gemieden werden sollten.

Nach dem Aufenthalt in der Natur sollte die gesamte Kleidung und der Körper nach Zecken abgesucht werden. Bereits saugende Zecken sollten möglichst sofort entfernt werden, indem die Zecke – evtl. mit einer Pinzette – direkt über der Haut gefasst und herausgezogen wird. Eine Vorbehandlung des Tieres mit Hilfsmitteln (z.B. Öl, Nagellack, Klebstoff) ist nicht notwendig und führt unter Umständen zu einer vermehrten Erregerabgabe mit dem Speichel. Unter den repellierenden Substanzen ist allein bei Diethyltoluamid (DEET; N, N-Diethyl-m-toluamid) die Schutzwirkung gegen Zecken überprüft und als gut beurteilt worden¹³¹. Nach Herstellerangaben soll jedoch neben DEET auch Dimethylphthalat (DMP; Palatinol M) repellierende Wirkung gegen Zecken haben¹³².

Eine Schutzimpfung gegen die beschriebenen Erkrankungen steht im Moment nur für die FSME zur Verfügung. Der Totimpfstoff schützt zuverlässig vor der Erkrankung. Das derzeit auf dem deutschen Markt befindliche Produkt enthält FSME-Viren, die auf Hühnerembryo-Fibroblasten vermehrt, gereinigt und inaktiviert werden. Der Impfstoff ist hoch immunogen und führt zu hohen Serokonversionsraten. Nach Applikation eines FSME-Schutzimpfstoffes kann es zu typischen Impfreaktionen kommen: Schmerzen, Rötung und Schwellung (lokale Reaktionen) sowie Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen, Gliederschmerzen und Fieber (generalisierte Reaktionen). Alle beschriebenen Impfreaktionen klingen folgenlos innerhalb von maximal 3 Tagen ab und unterscheiden sich prinzipiell nicht von denen bei anderen Tot- oder Toxoidimpfstoffen (z.B. Tetanus). Impfkomplikationen nach FSME-Impfung sind sehr selten. Nach Beurteilung der Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft sprechen die bislang vorliegenden Daten nicht dafür, dass die Rate der Impfkomplikationen mit neurologischer Symptomatik auffallend höher liegt als bei anderen Impfungen¹³³.

Im Hinblick auf die Borreliose konnte in den USA in zwei randomisierten Doppelblindprüfungen gezeigt werden, dass durch Impfung mit rekombinantem *Borrelia-burgdorferi*-Oberflächen-Lipoprotein A ein Schutz gegen eine Borreliose-Erkrankung erreicht wird¹³⁴. Der entsprechende Borreliose-Impfstoff ist seit Januar 1999 in den USA verfügbar¹³⁵. Im Gegensatz zu dem in den USA vorkommenden einzigen OspA-

Genotyp treten in Europa mindestens sieben verschiedene Genotypen auf. Die bestehende Kreuzreaktivität zwischen den verschiedenen OspA-Molekülen verleiht jedoch keinen vollständigen Schutz, so dass derzeit in Europa kein Impfstoff zur Verfügung steht. In Erprobung befinden sich Impfstoffe auf der Basis von OspA und OspC.

Zur postexpositionellen Prophylaxe einer FSME steht FSME-Immunglobulin zur Verfügung. Allerdings wird seine Wirksamkeit kontrovers betrachtet. In jedem Fall muss bei der Verabreichung von FSME-Immunglobulin darauf geachtet werden, dass die Dosis in ausreichender Höhe und nicht zu spät nach möglichem Zeckenkontakt appliziert wird, da dann keine schützende Wirkung mehr zu erwarten ist. Die postexpositionelle Immunglobulin-Prophylaxe sollte nicht bei Personen durchgeführt werden, die sich seit mehr als 96 Stunden vor dem beobachteten Zeckenstich in einem Risikogebiet aufgehalten haben. Bei Menschen, die sich schon längere Zeit im FSME-Risikogebiet aufhalten bzw. dort leben, sollte FSME-Immunglobulin folglich nicht angewandt werden. Um so größer ist die Bedeutung der rechtzeitigen FSME-Schutzimpfung für alle Einwohner betroffener Regionen und für alle Reisende in oder durch FSME-Risikogebiete. Im Hinblick auf die Borreliose steht eine passive Immunisierung nicht zur Verfügung.

Neben den skizzierten Gefahren durch Infektionserreger kommt der Belastung mit luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen in der Landwirtschaft eine besondere Bedeutung zu.

I-3.3. Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft

Bei luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen handelt es sich zum einen um Infektionserreger, zum anderen jedoch um Mikroorganismen oder deren Bestandteile, die allergische oder toxische Reaktionen hervorrufen können. In der Landwirtschaft können unter den im Abschnitt I-3.1 und in der Tabelle A2 (Anhang) genannten Infektionserregern all jene Mikroorganismen zu Infektionen über den Luftweg führen, die in Aerosolen und Staub vorliegen und über die Atemwege aufgenommen werden können. Hierzu zählen z.B.

- *Mykobakterium bovis* (Tuberkulose)
- *Coxiella burnetii* (Q-Fieber)
- *Cryptococcus neoformans* (Kryptokokkose)
- *Chlamydia psittaci* (Ornithose, Chlamydiose)
- *Brucella* (Brucellose)
- *Leptospira* (Leptospirose)

Zu beachten ist weiterhin, dass sich fäkal-oral übertragbare Krankheitserreger – gebunden an luftgetragene Partikel – auf der Schleimhaut des Nasen-Rachen-Raumes niederschlagen und auf diesem Weg in den Magen-Darm-Trakt gelangen können.

Infektionen sind auch die mögliche Folge einer Inhalation des Schimmelpilzes *Aspergillus fumigatus*. Hierbei kann es zu einer bronchopulmonalen Aspergillose bzw. einem Aspergillom kommen. Neben den eher seltenen – v.a. für den Bereich der Kompostierung beschriebenen⁹ - *Aspergillus*-Infektionen, kommt der allergisierenden Wirkung der luftgetragenen Schimmelpilze in der Landwirtschaft eine besondere Bedeutung zu. Hier sind sie – neben den thermophilen Aktinomyzeten – die wichtigsten Auslöser der exogen-allergischen Alveolitis.

I-3.3.1. Exogen-allergische Alveolitis

Unter dem Begriff exogen-allergische Alveolitis (EAA) werden mehrere Krankheitsbilder zusammengefasst, die bei einheitlicher Symptomatik durch verschiedene Allergene ausgelöst werden können. In der Regel erfolgt die Bezeichnung der Erkrankung nach dem jeweiligen Gefährdungsbereich bzw. der Exposition gegenüber pflanzlichen und tierischen Substanzen. Mittlerweile konnte für eine Reihe der Krankheiten die ätiopathogenetische Bedeutung der mikrobiellen Besiedelung oder Kontamination der entsprechenden Substanzen (und damit der eigentlichen biologischen Belastung) für die EAA aufgeklärt werden (Tabelle I-3.3.1.1).

Krankheitsbezeichnung	Allergene	Berufliche Risiken	
		Innerhalb Landwirtschaft	außerhalb Landwirtschaft
Farmerlunge**	Thermophile Aktinomyzeten, Aspergillusarten u.a. Pilze	Landwirtschaft	Gärtner
Vogelhalterlunge	Proteine aus Vogelkot, -serum, - federn	Geflügelhaltung	Vogelhändler, Tierarzt, Zoowärter, Federleser
Malzarbeiterlunge**	Aspergillus fumigatus, A.clavus	Getreidelagerung	Brauwesen (verschimmelte Gerste und Malz)
Käsewäscherlunge**	Penicillium casei, P.frequentans	Milchverarbeitung	Molkerei, Käserei
Fischmehllunge	Fischmehl	Umgang mit Tierfutter	Fischverarbeiter, Tierfütterer
Pilzzüchterlunge**	Pilzsporen, Bakterien und Schimmelpilze im Pilzkompost	Pilzzüchter	Pilzzüchter
Obstbauernlunge**	Verschimmeltes Obst	Obstbauer	Obstvermarktung
Winzerlunge**	Trauben mit Edelfäule	Winzer	Weinproduktion
Berufliche Risiken außerhalb der Landwirtschaft			
Befeuchterlunge**	Thermophile Aktinomyzeten, Aspergillusarten, andere Pilze und Bakterien	Klimaanlagen, Kühlsysteme, Luftbefeuchter (Druckereiarbeiter)	
Waschmittellunge**	Bacillus subtilis	Waschmittelherstellung	
Kürschnerlunge**	Tierische Pelzhaare, verschiedene Pilze	Pelzverarbeitung	
Holzarbeiterlunge**	Holzstaub, Alternaria-Arten	Holzverarbeitung	
Papierarbeiterlunge**	Holzstaub, Alternaria-Arten	Holzverarbeitung	
Müller-, Bäckerlunge**	Schimmeliges Mehl, Korn	Müller, Bäcker	
Kornkäferlunge	Kornkäfer	Müller, Bäcker	
Seidenwurm-Alveolitis	Seidenwurm	Seidenzüchter- und verarbeiter	
Isocyanat-Alveolitis	Isocyanat-Verbindungen	Chemiearbeiter, Spritzlackierer	
Penicillinalveolitis**	Penicillin	Pharmaindustrie	

Tabelle I-3.3.1.1: Ursachen der exogen-allergischen Alveolitis in der Landwirtschaft und anderen Berufsfeldern, nach KONIEZKO¹³⁶ (: ätiopathogenetische Bedeutung biologischer Arbeitsstoffe)**

In der Landwirtschaft stellen im Hinblick auf die EAA die thermophilen Aktinomyzeten, Aspergillusarten und andere Pilze (Edelfäule im Weinbau, Schimmelpilze im Obstbau) die wichtigsten biologischen Belastungen dar.

Pathogenetisch handelt es sich bei der exogen-allergischen Alveolitis um eine Typ-III-Immunkontaktreaktion im Bereich der Alveolen und terminalen Bronchien. Die Sensibilisierungsphase kann hierbei mehrere Jahre dauern und resultiert in der Bildung von

Antikörpern der Klasse IgG (seltener IgA). Über eine Typ-III-Reaktion vom verzögerten Typ mit Komplementaktivierung und Komplexbildung kommt es zur Entzündung im Bereich der Alveolarsepten. Diese imponiert bei entsprechender Sensibilisierung und Krankheitsbereitschaft innerhalb von 3-12 Stunden nach erneuter Allergeninhaltung als akute Alveolitis, deren Symptome denen eines grippalen Infektes ähneln: allgemeine Abgeschlagenheit, Husten, Fieber und Atemnot sind unterschiedlich stark ausgeprägt und können bis zu mehrere Tage anhalten. Bei Allergenkarenz heilt die Krankheit in der Regel nach wenigen Wochen komplikationslos aus, nur selten kann sie bei akutem hochfieberhaften Verlauf tödlich enden. Ein langjährig rezidivierender Krankheitsverlauf führt häufig zur Lungenfibrose mit den entsprechenden Folgekrankungen. Die Identifizierung der ursächlichen Mikroorganismen kann unter Umständen schwierig sein.¹³⁷

Von der EAA abzugrenzen sind allergische Krankheitsbilder, die auf einer IgE-vermittelten Reaktionen z.B. gegen Schimmelpilzantigene beruhen und mit allergischem Asthma bronchiale oder Schnupfen einher gehen können.

Neben der exogen-allergischen Alveolitis (Typ III-Reaktion) oder dem allergischen Asthma bronchiale (Typ I-Reaktion) sind in der Landwirtschaft Atemwegserkrankungen von Bedeutung, die auf toxische Effekte biologischer Arbeitsstoffe zurückzuführen sind. Klinisch werden diese unter dem Begriff „Organic Dust Toxic Syndrome“ zusammengefasst.

I-3.3.2. Organic Dust Toxic Syndrome

Das Organic Dust Toxic Syndrom (ODTS) wurde im Bereich der Landwirtschaft früher als Getreide- oder Drescherfieber bezeichnet. Ätiopathogenetisch ist die Erkrankung durch Endotoxine und Glucane, möglicherweise auch durch Mykotoxine, Exotoxine oder MVOC bedingt.^{9 138} Anders als bei allergisch bedingten Erkrankungen bedarf es beim ODTs keiner Sensibilisierungsphase vor Ausbildung der Krankheitsscheinungen. Die Freisetzung von chemotaktischen Substanzen und Mediatoren des Immunsystems (v.a. Interleukin-1 und TNF-α) erfolgt vielmehr unmittelbar durch die Alveolarmakrophagen innerhalb von ein bis zwei Stunden nach Exposition.^{139 140} Das Syndrom verläuft akut klinisch ähnlich wie die exogen-allergische Alveolitis mit einer Latenz von 4 bis 12 Stunden: bei leichten bis mäßigen Fieberschüben stehen Beschwerden von Seiten der Atemwege im Vordergrund der Symptome. Im Gegensatz zur EAA lassen sich jedoch beim ODTs im Rahmen der auskultatorischen und radiologischen Untersuchung der Lunge keine auffälligen Befunde erheben. Die Prognose des akuten Schubes ist günstig. Die Krankheit heilt in der Regel innerhalb von 1-2 Wochen folgenlos aus. Sehr selten sind hochfieberhafte Verläufe mit tödlichem Ausgang.

Ebenfalls auf die toxische Wirkung von Endotoxinen und Glucanen wird das sogenannte „Mucous Membrane Irritation Syndrome“ (MMIS) zurückgeführt, das im Bereich der Land- und der Abfallwirtschaft¹⁴¹ auftritt. Es manifestiert sich in der unspezifischen Reizung der Schleimhäute von Augen und Atemwegen bei Exposition gegenüber Staub z.B. aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung oder in der Abfallverwertung und -entsorgung.

I-3.3.3. Weitere Atemwegserkrankungen

Neben den Atemwegserkrankungen, die sich ätiopathogenetisch auf die allergisierende (EAA) oder toxische Wirkung (ODTS, MMIS) von biologischen Arbeitsstoffen zurückführen lassen, treten in der Landwirtschaft die chronische Bronchitis und das IgE-vermittelte allergische Asthma bronchiale beruflich bedingt auf.^{142 143} Während erstere vermutlich auf die Mischexposition gegenüber biologische und chemische bzw. physikalische Belastungen zurückzuführen ist, lassen sich im Hinblick auf allergisch-asthmatische Krankheitsbilder Tierhaare oder –epithelien (z.B. Kuhallergie, Vorratsmilbenallergie), tierische Proteine und Pflanzenbestandteile als potente Allergene in der Landwirtschaft differenzieren.^{144 145 146} Spezifische Berufsallergien kommen bei ca. 2 bis 5% der in der Landwirtschaft exponierten Personen vor¹⁴⁷. In einer Übersicht zur Häufigkeit von Asthma bronchiale bei Beschäftigten lag die Prävalenz bei Exposition gegenüber (Säuge-)Tierallergenen bei 13%, Insekten- und Milbenallergene gingen bei 7-60% der Exponierten mit asthmatischen Beschwerden einher, Pflanzenallergene bei 7-100% der Beschäftigten.¹⁴⁸ Die besondere Bedeutung der Allergie gegen Vorratsmilben wird auch durch Angaben dokumentiert, die von einer Häufigkeit von ungefähr fünf Prozent aller Landwirte und ca. 25% aller Landwirte mit Asthma bronchiale ausgehen.¹⁴⁹

I-3.3.4. Epidemiologie der Atemwegserkrankungen in der Landwirtschaft

Wie aus der Schilderung der Pathomechanismen ersichtlich wurde, lassen sich im Einzelfall Atemwegserkrankungen bei in der Landwirtschaft Beschäftigten oft nicht auf eine einzelne Ursache zurückführen, sondern sind multifaktoriell bedingt.^{150 151} Grundlage des multifaktoriellen Geschehens ist die heterogene Zusammensetzung der Stallluft aus Mikroorganismen (Schimmelpilze, Bakterien), deren Stoffwechselprodukten (Exo- und Endotoxine, Mykotoxine, MVOC, Glucane), Insekten und ihren Bestandteilen (Milben, Käfer) sowie Futtermittelkomponenten, Tierepithelien, –haaren und –fäkalien, Pflanzenbestandteilen und Pollen, Mineralstäuben und Gasen (Ammoniak, Schwefelwasserstoff).^{152 153 154}

Die epidemiologische Bedeutung der Atemwegserkrankungen in der Landwirtschaft schlägt sich zum einen in den Daten zum Berufskrankheitengeschehen in der Landwirtschaft nieder (vgl. Abschnitt I-4). Zum anderen wird sie in Studien zur Beschreibung von Erkrankungshäufigkeit und Risikofaktoren deutlich.

Nach Angaben der BAuA leiden bis zu 10% aller Landwirte unter einer exogen-allergischen Alveolitis und bis zu 24% unter chronischer Bronchitis. Unter den in der Getreidewirtschaft tätigen Personen leiden bis zu 30% unter toxischen Symptomen, mehr als die Hälfte aller Schweinehalter (55%) entwickeln eine chronische Bronchitis.⁹ Während die möglichen akuten und chronischen respiratorischen Symptome in einer Vielzahl von Studien der Tätigkeit in der Landwirtschaft zugeordnet werden konnten, ist die Datenlage hinsichtlich der in der Lungenfunktionsprüfung erfassbaren Einschränkungen uneinheitlich – sei es in zeitlichem Zusammenhang mit der Exposition oder unabhängig von dieser. Neben der Erfassung anamnestischer oder klinischer Daten wird die Freisetzung von Zytokinen und die Aktivierung von Zellen des Immunsystems im peripheren Blut, in der bronchoalveolären Lavage (BAL) oder in der Nasallavage (NAL) nach experimenteller oder tätigkeitsbedingter Exposition ge-

genüber organischen Stäuben oder Endotoxinen bestimmt. Einige der epidemiologischen und experimentellen Befunde sind in Tabelle I-3.3.4.1 zusammengefasst.

Die herausragende Bedeutung der Endotoxine innerhalb der inhalativen Gesamtbelastung im Schweinestall für die Entwicklung von Atemwegsbeschwerden wurde in mehreren Untersuchungen deutlich.^{155 156 157} Auch für die Exposition gegenüber Getreidestäuben scheinen die Endotoxine im Hinblick auf die Einschränkungen der respiratorischen Funktion eine besondere Rolle zu spielen.^{158 159 160} Allerdings ließen sich in einigen Untersuchungen die Einschränkungen der Lungenfunktion bei Schweinehaltern nicht in jedem Fall auf die Endotoxinexposition zurückführen.^{161 162} Neben der Endotoxin-Wirkung scheint in jedem Fall die Exposition gegenüber Ammoniak in der Schweinehaltung von Bedeutung zu sein.

Autor	Fragestellung – wichtigste Befunde
Kösters et Müller 1970 ¹⁶³	Beobachtung: MMIS und ODTs bei Beschäftigten in Geflügelmassentierhaltung Vermutete Ursache: Keime, Ammoniak
Thelin et al. 1984 ¹⁶⁴	47 Arbeiter – Hühnerhaltung (Schweden): FEV ₁ -Reduktion; 1/3: Reizung der oberen Atemwege, 10%: Brustenge Ursache: hohe Gesamtstaub- und Endotoxinbelastung
Manfreda et al. 1986 ¹⁶⁵	bevölkerungsbezogene Querschnittsstudie (Kanada) n=800 aktuelle und n=450 frühere Landwirte (Getreideproduktion) Prävalenz von Atemwegssymptomen (Männer): 69% (aktuell) – 46% (früher) häufigstes Symptom: tätigkeitsbedingte Atemnot Auslöser: v.a. Gerste, Hafer
Terho et al. 1987 ¹⁶⁶	Longitudinalstudie (3 Jahre; n=9.483 Landwirte) (Finnland) chronische Bronchitis: Prävalenz 8,0 %, mittlere jährliche Inzidenz: 2,02/100.000 Milchviehhaltung: EAA: 1,7% Prävalenz, mittlere jährliche Inzidenz: 540/100.000 Chronische Bronchitis – Atopie/Rauchen: additiver Effekt (Inzidenz / Prävalenz)
Barzo et al. 1989 ¹⁶⁷	N= 57 Landwirte mit EAA zwischen 1976-1986 (Ungarn) Inzidenz (10 Jahre): 0,08/1.000 Beschäftigte in Land- und Forstwirtschaft Einzelne Regionen: 0,5/1.000 Beschäftigte in Land- und Forstwirtschaft
Marx et al. 1990 ¹⁶⁸	Prävalenz von EAA (Beschäftigte 90 Milchviehbetriebe) 4,2/1.000 (USA)
Hofmann 1991 ¹⁶⁹	N=364 Schlepperfahrer (DDR) erhöhte Prävalenz von Husten und Pfeifen/Brummen, v.a. langjährige Tätigkeit
Schimberg et al. 1992 ¹⁷⁰	Pelztierhaltung (Deutschland): ODTS und MMIS bei Exposition (Reinigung der Nester, Häuten der Tiere)
Schwartz et al. 1992 ¹⁷¹	Fall-Kontroll-Studie bei Schweinehaltern innerhalb Longitudinalstudie (USA) n=37 Schweinehalter mit tätigkeitsbezogenen Atemwegssymptomen, gematchte gesunde Kontrollen (Schweinehalter – andere Landwirte – andere Arbeiter) Fälle: verstärkte Antwort im Methacholintest, mikroskopisch fassbare Schädigung der Atemwege (nicht des Parenchyms)
Nowak, 1994 ¹⁷² 173	Entzündungsreaktion nach Exposition mit Schweinestallstaub in der Nasenschleimhaut nachweisbar (NAL), auslösende Endotoxinbelastung: $\geq 2\mu\text{g}/\text{g}$ Staub (pyrogenfreier Staub: keine Reaktion)
Subirats Bayego et al. 1994 ¹⁷⁴	Landwirte haben häufiger chronische Bronchitis (9,2%) und Asthma (4,8%) als Allgemeinbevölkerung (Spanien) Häufigkeit der EAA: Landwirte 1% - Allgemeinbevölkerung 0,2%
Wendel et al. 1994 ¹⁷⁵	Querschnittsstudie Beschäftigte in Tierfuttermühle (Niederlande) n=303 Exponierte, n=102 Kontrollen (Verwaltung) allgemeine Prävalenz von Atemwegsbeschwerden: 20% (bd. Gruppen) signifikant mehr: Pfeifen/Brummen, Fehlzeiten wegen Atemwegserkrankung
Schwartz et al. 1995 ¹⁵⁸	Exposition gegenüber Getreidestaub (Kanada): negative Beeinflussung Lungenfunktion: FEV ₁ , FEV ₁ /FVC, FEF ₂₅₋₇₅

Autor	Fragestellung – wichtigste Befunde
Varslot et al. 1995 ¹⁷⁶	n= 1.580 Landwirte (Nutztierhaltung) – n=655 Kontrollen (Norwegen) MMIS: 19% vs. 10%; Enge auf der Brust: 7% vs. 4%; Atemnot: 4% vs. 1% Husten mit Auswurf: 25% vs. 22%; ODTs: kein Unterschied Faktoren: Arbeitsstunden pro Tag, Jahre Tätigkeit mit Tieren Rinder-, Schweine-, Geflügelhaltung: erhöhte Prävalenz
Carvalheiro et al. 1995 ¹⁷⁷	76 Landwirte (N.raucher) vs. Kontrollen: Anamnese, Methacholintest (Portugal) Pflanzenbau – Tierproduktion ohne Schweine – Tierproduktion mit Schweinen Erhöhte Prävalenz: ODTs, MMIS, chronische Bronchitis (Landwirte mit Tieren) In der Regel: normale Lungenfunktion-Basiswerte, aber bronchiale Reagibilität bei positiver Anamnese hinsichtlich MMIS oder ODTs
Reynolds et al. 1996 ¹⁷⁸	Longitudinalstudie (2 Jahre; n=207 Schweinehalter) (USA) FEV ₁ -Verminderung durchschnittlich 2% Faktoren: Gesamtstaub, Endotoxin und Ammoniakgehalt. Gesamtstaub – chronische Effekte, Endotoxin - subakute Effekte
Prior et al. 1996 ¹⁷⁹	Schüler: Landwirtschaftsschule vs. allgemeinbildende Schule (Österreich) FEV ₁ : Landwirtschaft < Nicht-Landwirtschaft; Erfassung allergischer Reaktionen: IgE-vermittelt: kein Unterschied; IgG-vermittelt: signifikanter Unterschied; Höhere Reaktivität: größere Betriebe, fehlende Heutrocknung, Verwendung von verschimmeltem Heu, positive Familienanamnese
Vogelzang et al. 1997 ¹⁸⁰	Schweinehalter: 96 mit, 100 ohne chronische Atemwegssymptome (Niederlande) Bronchiale (Hyper-)Reagibilität assoziiert mit Jahren der Tätigkeit in der Schweinehaltung und Haltungsbedingungen der Schweine
Wang 1997 ¹⁸¹	Exposition gesunder nicht-landwirtschaftlich tätiger Probanden (Schweden) Schweinestallstaub: FEV ₁ -, FVC-Verminderung Erhöhung von Zytokinen in Serum, in mononukleäre Zellen (peripheres Blut), in Plasma, BAL und NAL Veränderungen korrelieren v.a. mit Endotoxinen, weniger mit Gesamtstaub
von Essen et al. 1998 ¹⁸²	n=24 Beschäftigte Schweinehaltung – n=14 gesunde Kontrollen (USA) Landwirte: signifikant häufiger Giemen, Husten, Sinusitis Landwirte: Hinweis auf Erkrankung der tiefen Atemwege: Makrophagenzahl (induziertes Sputum), Stickoxidkonzentration (Ausatemluft) Befunde nicht typisch für reines Asthma bronchiale oder chronische Bronchitis.
Melbostad et al. 1998 ¹⁸³	Querschnittsstudie, n=8.482 Landwirte (Norwegen) Lebenszeitprävalenz für Asthma: Risikofaktor: positive Familienanamnese, Nutztierhaltung, Rauchen.
Kirychuk et al. 1998 ¹⁸⁴	Longitudinalstudie – Beschäftigten in Schweinehaltung (Kanada): Verminderung der FEV ₁ und der FVC über eine Arbeitsschicht ist ein guter Prädiktor für das Ausmaß der respiratorischen Einschränkungen über Jahre
Radon et al. 1999 ¹⁸⁵	Querschnittsstudie, n=3.599 Landwirte (Norddeutschland) Prävalenz arbeitsplatzbezogener Atemwegssymptome: Niedersachsen 18,3% - Schleswig-Holstein 25,8%, Brandenburg 31,7% Risikofaktoren: Schweinehaltung, Schafhaltung
Opravil et al. 1999 ¹⁸⁶ Radon et al. 1999 ¹⁸⁷	Querschnittsstudie, n=1.735 Landwirte (n=1.468 Rinderhalt.) (Schleswig-Holstein) Prävalenz arbeitsplatzbezogener Atemwegssymptome: 40,3%, Anstieg mit Alter Risikofaktoren (Rinderhaltung): keine Entlüftung über die Wand, mehrmals tägliche Fütterung, keine zusätzliche Grünlandbewirtschaftung, Binnenlage des Hofes
von Essen et al. 1999 ¹⁸⁸	Pflanzenproduktion (USA) Zurückliegendes ODTs: Prävalenz 36%; Risikofaktoren: Brustenge/Husten
Sjögren et al. 1999 ¹⁸⁹	Exposition gesunder Probanden gegenüber Schweinestallstaub (Schweden) Anstieg IL-6 (Blut), Fibrinogen (Blut) (2 Probanden erhöhte Körpertemperatur)
Cormier et al. 2000 ¹⁹⁰	Exposition gesunder Probanden im Schweinestall (Kanada): FEV ₁ und FVC: signifikante Verminderung, Anstieg IL-8 (NAL), IL-6 (Blut)
Monso et al. 2000 ¹⁹¹	n=4.793 Landwirte (Pflanzenproduktion, Vollerwerb): Fragebogen (Europa) 15% Pfeifen/Brummen, 3,2% Asthma, 14,5% allergische Rhinitis, 12,2% chronischer Husten mit Auswurf; k. erhöhte Prävalenz vs. Allgemeinbevölkerung aber besondere Risikogruppen (signifikant im Vergleich zum Rest) Blumen: Pfeifen/Brummen 20,1%, Asthma 5,4%, Auswurf 16,1%, ODTs 19,4% Ölsaaten: ODTs 18,3%, tätigkeitsbezogene Symptome 26,5% Getreide: ODTs 16,1%, Bodenfrüchte: ODTs 17,8%

Autor	Fragestellung – wichtigste Befunde
Radon et al. 2000 ¹⁹²	n=100 Schweinehalter (Vollerwerb) mit Atemwegssymptomen (Niedersachsen) häufigste Symptome: (Jahresprävalenz) Pfeifen/Brummen 69%, (tätigkeitsbezogen) Husten ohne Auswurf 76% Verschlechterung Lungenfunktionsparameter bei Füttern: morgens>nachmittags Risikofaktoren für schlechtere Basis-Lungenfunktion: manuelle Fütterung, Einstreumaterial, Lüftung über Wand, Heizung, Beschäftigungsduer, Tierzahl Risikofaktoren für arbeitsbedingte Verschlechterung der Lungenfunktion: schlechte Lüftung, hohe Ammoniakkonzentrationen, Beschäftigungsduer
Radon et al. 1999 ¹⁹³	Querschnittsstudie, n=7.904 bzw. n=7.496 Landwirte (Europa) Analysengrundlage: n=6.156 Landwirte; Rinderhalter als Referenz - Schweinehalter: höchste Prävalenz arbeitsplatzbezogener Atemwegssymptome
Radon et al. 2001 ¹⁹⁴	- Dosis-Wirkungs-Beziehung: Kurzatmigkeit, Husten mit Auswurf, grippeähnliche Symptome – tägliche Dauer des Aufenthalts im Schneinstall - tätigkeitsbezogene Symptome der Nasenschleimhaut assoziiert mit Auswurf - Tierhalter: geringere Prävalenz allergischer Rhinitis als Allgemeinbevölkerung - Landwirte: höhere Prävalenz für Auswurf (Winter) als Allgemeinbevölkerung
Radon et al. 2001 ¹⁹⁵	Vergleich: Schweinehalter (n=40, Dänemark) - Geflügelhalter (n=36, Schweiz) Belastung der Beschäftigten: Geflügel > Schwein: Gesamtstaub, Endotoxin im Gesamtstaub, Gesamtbakterien, NH ₃ , CO ₂ Schwein > Geflügel: Gesamtschimmel, Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit Beanspruchung der Beschäftigten: Lungenfunktion (FEV ₁ und FVC) Einschränkungen: Geflügel > Schwein; Assoziation mit Stallcharakteristika

Tabelle I-3.3.4.1: Epidemiologische Befunde zur Beeinträchtigung der respiratorischen Funktion bei oder aufgrund der landwirtschaftlichen Tätigkeit

Aus einigen der genannten wissenschaftlichen Untersuchungen wurden Grenzwerte für die Luft am (landwirtschaftlichen) Arbeitsplatz abgeleitet. Neben dem oben dargestellten Grenzwert für die Endotoxin-Konzentration am Arbeitsplatz in Höhe von 50 EU/m³ wurde in wissenschaftlichen Untersuchungen ein sogenannter „lowest observed adverse effect level“ (LOAEL) für organische landwirtschaftliche Aerosole beschrieben. Dieser beträgt in einer Zusammenschau verschiedener Untersuchungen zwischen 2,8-3,0 mg/m³.¹⁹⁶ Einzelne Autoren nennen eine Gesamtstaubkonzentration von 2,5 mg/m³ für die Schweinehaltung, wobei sie zur Vermeidung respiratorischer Erkrankungen zusätzlich die Beachtung einer maximalen Ammoniakkonzentration von 7,5 ppm vorgeschlagen.¹⁷⁸ Für Getreidestaub wird eine Konzentration von 4 mg/m³ angegeben.¹⁹⁷

Wie bereits dargestellt, wird für die Wirkung auf den Menschen eine grenzwertige Endotoxinkonzentration von 50 EU/m³ diskutiert (vgl. Tabelle I-1.4.1). Die Spannweite der - je nach Studienansatz angegebenen Endotoxinkonzentrationen – reicht in der Literatur von 9 ng/m³ bis 200 ng/m³ als Grenzwert für den Menschen und von 150 ng/m³ für das Schwein.¹⁹⁸

I-3.3.5. Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe an Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft

In der Literatur finden sich Angaben zur Konzentration biologischer Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft vor allem aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, insbesondere der Schweinehaltung. Die Angaben stammen in der Regel aus Veröffentlichungen, in denen die gesundheitlichen Folgen der tätigkeitsbezogenen Exposition der Beschäftigten untersucht wurden. Generell ist anzumerken, dass aufgrund der Vielzahl der verwendeten Nachweisverfahren ein Vergleich der verschiedenen Angaben nur eingeschränkt möglich ist (Tabelle I-3.3.5.1).

Tierart / Tätigkeit	Gesamtstaub (mg/m ³)	Schadgase	Bakterien (KBE/m ³)	Schimmelpilze (KBE/m ³)	Endotoxine (ng/m ³)	(EU/m ³)
Hühnerhaltung ¹⁶⁴	5,8-28,1				130-1090	
Hühnerhaltung ¹⁹⁹	8,1-11,3		1,4-3,2x10 ⁷		42-82	
Pute (Boden)	4-21					
Hühner (Käfig)	1-5					
Hühner (Boden) ²⁰⁰	6,2					
Milchvieh ²⁰⁰	0,6					
Schweinestall ²⁰¹	4,3				180	
Schweinestall ²⁰²	4,0				130-300	
Schweinestall ²⁰³	13,5 (5,6-24)				600 (80-1300)	
Schweinestall ¹⁵⁶	2,63				105	
Schweinestall ²⁰⁴					30	
Schweinestall ¹⁹⁰	2,2-5,62	NH ₃ 2,8-38,6 ppm	172-1.551x10 ⁵	0,14-1,8x10 ³		215-596
Schweinestall ¹⁵⁵	2,93±0,92 (A-Staub [#] : 0,13±0,05)	CO ₂ 2.632±0,807 ppm NH ₃ 11,3±4,2 ppm				11.332±13.492
Schweinestall ²⁰⁵			≤1,25x10 ⁶ (im alveolengängigen Staub: ≤0,5x10 ⁶)			
Schweinestall ²⁰⁶	2,15-5,6	CO ₂ 3040±0,450 ppm NH ₃ 19,6 ppm (1,9- 25,9)	1,67-9,3x10 ⁵ thermophile Actinomyzeten*: 3-94	0,55-2,9x10 ³		4.900
Schweinestall ²⁰⁷			8,46-53x10 ⁴ nach Reinigung: 1,8x10 ³ nach Desinfektion: 0,8x10 ²			
Schweinestall ²⁰⁸	0,26 (Winter) 0,075 (Sommer)	NH ₃ 27ppm (Winter) NH ₃ 11ppm (Sommer)	1,1x10 ⁶ (Winter) 5,7x10 ⁵ (Sommer)			
Schweinestall ²⁰⁹	0,3-26,6 (Winter) 0,5-11,2 (Sommer)				10,6-1502 (Winter) 5,6-825 (Sommer)	
Schweinestall ¹⁹³	0,0-39,6	NH ₃ 1-60ppm CO ₂ 300-3.200ppm			0,02-444,4 (E-Staub [#])	
Pelztiere (Nerz) ¹⁷⁰			64-135x10 ³		230-1.950	
Futtermittel ²¹⁰	29,7 (0,6-150)				68 (2-420)	
Heu (Scheune) ²¹¹			3,84-5,28x10 ⁵ S. rectivirgula*: 1,03-3,0x10 ³	3,18-4,5x10 ⁶		1.360-1.740

* Auslöser der EAA, [#] A-Staub: alveolengängiger Staub, E-Staub: einatembarer Staub

Tabelle I-3.3.5.1: Konzentration biologischer Arbeitsstoffe in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Angaben aus der Literatur, teilweise zusammengestellt nach Nowak¹⁵²

I-3.3.6. Schutzmaßnahmen gegen luftgetragene biologische Arbeitsstoffe

Wie geschildert, werden in der derzeitigen Fassung der TRBA 230 „Landwirtschaftliche Nutztierhaltung“ die luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe - abgesehen von den für den Futtermittelumgang beispielhaft genannten thermophilen Aktinomyzeten und Aspergillus-species - nicht betrachtet. Allerdings erfolgt weder in der genannten TRBA 230 noch in der TRGS 540 „Sensibilisierende Stoffe“ⁱ eine Konkretisierung von auf die Bedingungen der Landwirtschaft abgestimmten Schutzmaßnahmen.

Der Schutz vor dem Kontakt mit luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen in der Landwirtschaft ist über technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen möglich. Während unter den technischen Maßnahmen vor allem konstruktive Maßnahmen, wie z.B. die Berücksichtigung von Lüftungssystemen, staubarmen Fütterungsverfahren und leicht zu reinigenden Oberflächen im Stall, zu nennen ist, ist der Spielraum für organisatorische Maßnahmen deutlich eingeschränkt. Dies ist vor allem darin begründet, dass die Tätigkeit des Landwirtes durch den Umgang mit den biologischen Arbeitsstoffen geradezu charakterisiert ist. Generell sind jedoch Arbeitsverfahren zu bevorzugen, die mit möglichst kurzen Expositionszeiten einher gehen. Zusätzlich werden in neuerer Zeit Maßnahmen zur Staubreduktion vor allem in der Schweinehaltung vorgeschlagen. Hierbei wird (mit Wasser verdünntes oder unverdünntes) pflanzliches Öl über Düsen im Stall versprüht. Durch diese Technik ist es möglich, die Staubkonzentration im Stall deutlich zu reduzieren.²¹² Grundsätzlich sind entsprechende Maßnahmen zur Staubreduktion auch in der Geflügelhaltung möglich.²¹³ Generell besteht jedoch im Hinblick auf die praktische Umsetzung noch Forschungsbedarf.²¹⁴ Allgemein konnte der Effekt von Stallreinigung und – desinfektion durch Bestimmung der Gesamtbakterienkonzentration im Schweinestall anschaulich belegt werden.²⁰⁷

Für den persönlichen Schutz der landwirtschaftlich Beschäftigten steht Atemschutz zur Verfügung. Da die luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe vor allem partikelgebunden vorkommen, ist in der Regel ein effektiver Schutz durch partikelfiltrierende Halbmasken möglich. Die an diese gestellten Anforderungen sind in der Norm EN 149: 2001 „Atemschutzgeräte - Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung“²¹⁵ zusammengefasst. Sie sieht die Prüfung der Masken mit einem Natriumchlorid-Aerosol (NaCl, Schutz vor Feinstäuben) und mit einem Paraffinöl-Nebel (Schutz vor flüssigen Partikel) vor.ⁱⁱ Zusätzlich müssen alle Masken, die für mehr als eine Arbeitsschicht verwendet werden sollen, mit Dolomitstaub getestet werden, um eine mögliche Zunahme des Atemwegswiderstandes durch Staubeinlagerung im Filtermedium zu erfassen. Im Hinblick auf die maximale Filterdurchlässigkeit und die nach innen gerichtete Leckage werden drei Masken-Kategorien unterschieden, wobei Produkte der Kategorie FFP3 einen Schutzfaktor 50 aufweisen müssen. Die Auswahl der für eine Tätigkeit geeigneten Maske erfolgt entsprechend der berufsgenossenschaftlichen Regel BGR 190 „Einsatz von Atemschutzgeräten“ (früher ZH1/701). Diese legt fest, bis zu welcher Substanzkonzentration in der Arbeitsplatzatmosphäre (bezogen auf den Grenzwert) der Gebrauch von partikelfiltrierenden Halbmasken möglich ist. Hierbei wird deutlich, dass für sehr hohe Konzentrationen Vollmasken oder Mundstückgarnituren mit entsprechend filtrierendem Material zum Einsatz kommen müssen (Tabelle I-3.3.6.1).

ⁱ Die TRGS 540 erfasst den „schimmelpilzhaltigen Staub“, „strahlenpilzhaltigen Staub“ und „Nutztierstaub“.

ⁱⁱ Die bis zur Neufassung der Norm EN 149 geltende Unterteilung in die Kategorien S (Feinstaub) und SL (Feinstaub und flüssige Partikel) entfällt somit.

Kategorie	Maximale Filterdurchlässigkeit		Gesamte, nach innen gerichtete Leckage	Schutzfaktor	Vielfaches des Grenzwertes*
	NaCl-Aerosol	Paraffinöl-Nebel			aus BGR 190
FFP1	20%	20%	22%	4	4 (4)
FFP2	6%	6%	8%	12	10 (15)
FFP3	1%	1%	2%	50	30 (400)

* in Klammern: Vielfaches des Grenzwertes bei Verwendung einer entsprechenden Vollmaske bzw. einer Mundstück-garnitur mit Filter P1-P3

Tabelle I-3.6.1.: Partikelfiltrierende Halbmasken – Kategorien nach EN 149:2001

Weiter legt die BGR 190 fest, dass Masken der Kategorie

- FFP1 nicht eingesetzt werden dürfen gegen:
Tröpfchenaerosole, Partikel krebserzeugender und radioaktiver Stoffe, Mikroorganismen (Viren, Bakterien und Pilze und deren Sporen) und Enzyme.
- FFP2 nicht eingesetzt werden dürfen gegen:
Partikel radioaktiver Stoffe, Viren und Enzyme.

Bei Berücksichtigung dieser Vorgaben müssen bei Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen generell partikelfiltrierende Halbmasken der Kategorie FFP3 verwendet werden.

I-4. Unfall- und Berufskrankheiten-Geschehen in der Landwirtschaft

Aktuelle Zahlen zum Unfall- und Berufskrankheitengeschehen in der Landwirtschaft liegen aus dem Jahr 1999 vor. Im Berichtsjahr wurden n=142.295 meldepflichtige Unfälle registriert, wobei die Zahl der Arbeitsunfälle mit n=138.306 die der Wegeunfälle (n=3.989) bei weitem übertraf. Angezeigt wurden darüber hinaus n=72.265 nicht meldepflichtige Unfälle, so dass die landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften im Jahr 1999 Kenntnis von insgesamt n= 214.560 Unfällen erlangten.²¹⁶

Im Jahr 1999 wurden des weiteren n=3.534 Anzeigen auf Verdacht einer Berufskrankheit (BK) erstattet.²¹⁷ Die Häufigkeit der einzelnen Berufskrankheiten-Ziffern entsprach hierbei der Verteilung der letzten Jahre, wobei – auf der Basis der gemittelten Angaben aus den Jahren 1995-1999 (Mittelwerte; MW) – folgende Berufskrankheiten am häufigsten angezeigt wurden:

1. BK 4301: Durch allergisierende Stoffe verursachte Obstruktive Atemwegserkrankungen (einschließlich Rhinopathie), die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können (MW=612 Verdachtsanzeigen)
2. BK 5101: Schwere oder wiederholt rückfällige Hauterkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können (MW= 601 Verdachtsanzeigen)
3. BK 2108: Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch langjähriges Heben und Tragen schwerer Lasten oder durch langjährige Tätigkeit in extremer Rumpfbeugehaltung, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können (MW= 565 Verdachtsanzeigen)

4. BK 3102: Von Tieren auf Menschen übertragbare Krankheiten (MW=524 Verdachtsanzeigen)
5. BK 2301: Lärmschwerhörigkeit (MW=437 Verdachtsanzeigen)
6. BK 4201: Exogen-allergische Alveolitis (MW=162 Verdachtsanzeigen)
7. BK 2110: Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch langjährige, vorwiegend vertikale Einwirkung von Ganzkörperschwingungen im Sitzen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können (MW= 149 Verdachtsanzeigen)
8. BK 4302: Durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können (MW=53 Verdachtsanzeigen)
9. BK 2102: Meniskusschäden nach mehrjährigen andauernden oder häufig wiederkehrenden, die Kniegelenke überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten (MW=51 Verdachtsanzeigen)
10. BK 1307: Erkrankungen durch organische Phosphorverbindungen (MW=40 Verdachtsanzeigen)

Nicht zuletzt aufgrund der Unterlassungsklausel einiger der genannten Berufskrankheiten verschiebt sich das Bild bei den anerkannten Berufskrankheiten dahingehend, dass die vom Tier auf den Menschen übertragbaren Erkrankungen an erster Stelle stehen (Abb. I-4.1). Eine genauere Analyse der entsprechenden Infektionskrankheiten ist aufgrund fehlender Angaben des BLB zur Art der gemeldeten Erkrankungen nicht möglich. Aus den aus der ehemaligen DDR vorliegenden Zahlen ist jedoch ersichtlich, dass die überwiegende Mehrzahl der anerkannten BK-Fälle der Ziffer 3102 Erkrankungen wie Dermatophytie (Kälberflechte), Melkerknoten oder Erysipeloid (Rotlauf) betraf.⁸⁷

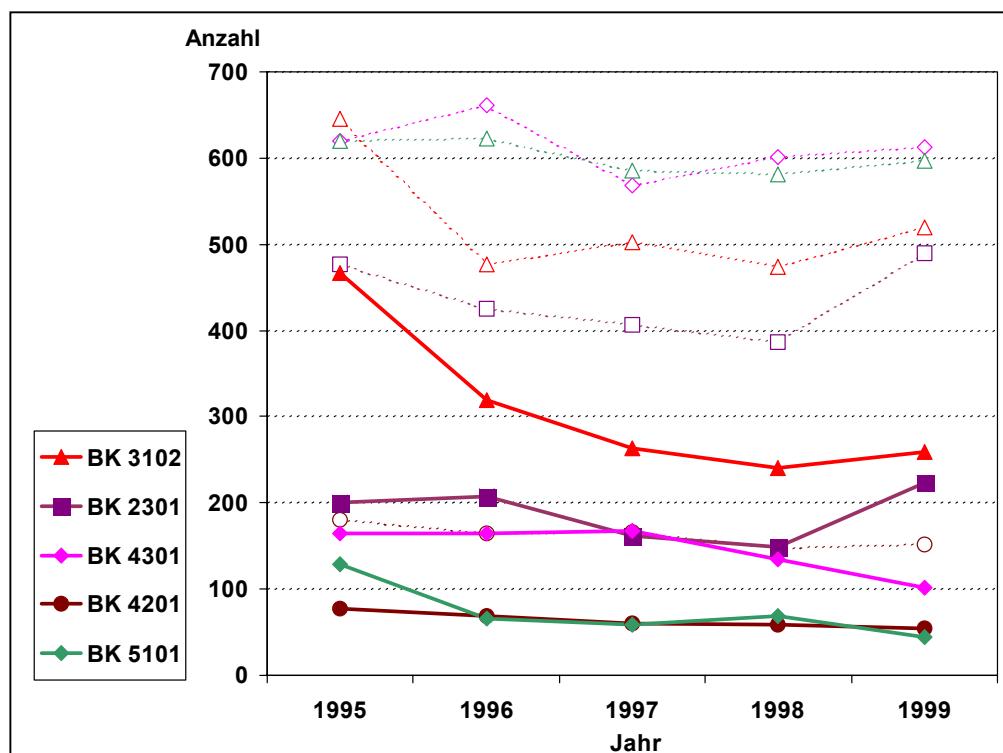


Abbildung I-4.1: Die fünf häufigsten anerkannten BK-Ziffern, BLB²¹⁷ (gestrichelte Linie, leere Symbole: Verdachtsanzeigen)

Dem Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen in der Landwirtschaft zuzuordnen sind die Berufskrankheiten mit den Ziffern BK 3102, BK 4201, BK 4202 und BK 4301 (z.B. Schimmelpilzallergie). In einer erweiterten Betrachtung ist auch die Exposition gegenüber z.B. Klärschlamm oder Biomüll (mit der hierfür verbundenen BK 3101) oder gegenüber Ammoniak (BK 4302) zu berücksichtigen. Neben den physischen und physikalischen sowie den chemischen Belastungen kommt somit den biologischen Arbeitsstoffen in der Landwirtschaft eine besondere Bedeutung zu, die sich auch im BK-Geschehen widerspiegelt.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Beschreibung der berufsspezifischen Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft leisten. Hierbei werden Infektionsgefährdungen ebenso betrachtet wie die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen. Über die Analyse modifizierender Faktoren sollen Möglichkeiten zur Umsetzung im praktischen Arbeitsschutz vorgeschlagen werden. Dies geschieht vor dem Hintergrund der derzeit diskutierten politischen Vorschläge zur Umstrukturierung in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, die auch zu einer Veränderung der Arbeitsbedingung der in der Landwirtschaft tätigen Personen führen wird.

Kapitel II - Untersuchungsgut und Methoden

II-1. Überblick über die durchgeführten Untersuchungen

Die Beschreibung und Erfassung biologischer Belastungen und Beanspruchungen bei Tätigkeiten in der Landwirtschaft erfolgte in der vorliegenden Arbeit mit einem zweifachen Ansatz: beispielhaft für die Gefährdung durch Infektionserreger wurde die Epidemiologie der beiden zeckenbedingten Erkrankungen FSME und Borreliose untersucht. Faktoren, die die Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe modifizieren, wurden im Rahmen einer explorativen Untersuchung im Bereich der landwirtschaftlichen Nutztierehaltung differenziert. Ergänzt wurden beide Untersuchungsansätze durch eine standardisierte Befragung zu Arbeits- und Produktionsbedingungen, Belastungsfaktoren und möglichen Beanspruchungsreaktionen – auch über die biologischen Arbeitsstoffe hinausgehend - bei in der Landwirtschaft tätigen Personen. Grundsätzlich nahmen die Probanden an den Untersuchungen freiwillig teil, nachdem sie über Inhalte und Ziele der Studien aufgeklärt worden waren. Alle Personen wurden grundsätzlich nur einmal für die Teilnahme an der jeweiligen Untersuchung angesprochen. Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils der Studienteilnehmer (sog. Response Rate) wurden nicht getroffen. Eventuelle Blutentnahmen erfolgten unter aseptischen Bedingungen gemäß den Kriterien der "good medical practice" (GMP).

Einführung zu den verwendeten statistischen Verfahren

In den Studien kamen – je nach Fragestellung – verschiedene statistische Analyseverfahren zur Anwendung. Grundsätzlich wurden die Daten der Studienteilnehmer codiert und in eine Datenmaske eingegeben. Anschließend wurden die deskriptiven und inferenzstatistischen Analysen mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS® durchgeführt. Verwendet wurden die uni- und bivariaten Verfahren:

- Häufigkeitsauszählung (inkl. statistische Kennwerte)
- Kreuztabelle (inkl. statistische Bewertung durch Chi²-Test und Phi/Cramer's V-Koeffizient)
- Einfaktorielle Varianzanalyse und multipler Mittelwertsvergleich (inkl. statistischer Bewertung durch eta- und LSD-Statistik).

Für komplexere Berechnungen, Modellbildungen und Schätzungen wurden

- mehrfaktorielle Varianzanalysen,
- Korrelationsanalysen,
- Faktorenanalysen und die
- logistische Regression eingesetzt.

Ohne auf die Anwendungsvoraussetzungen, den Nutzen sowie die Stärken und Schwächen der einzelnen Analyseverfahren im einzelnen einzugehen, sei darauf verwiesen, dass die Empfehlungen der Autoren AHLBOHM & NORELL²¹⁸, BACKHAUS ET AL.²¹⁹, BORTZ²²⁰, HOSMER & LEMESHOW²²¹, LEMESHOW ET AL.²²², FAUS-KEßLER ET AL.²²³ sowie KREIENBROCK & SCHACH²²⁴ Eingang in die vorliegende Arbeit fanden.

Für die statistische Auswertung im Rahmen der nachfolgend näher beschriebenen Querschnittstudien wurde zudem das von AXELSON²²⁵ beschriebene Verfahren zur Approximation des Relativen Risikos (RR) angewandt. Hierbei wurde RR aus der Prävalenz des betrachteten Merkmals im Sinne einer „prevalence risk ratio“ (PRR) abgeleitet. Durch diese Methode konnte der Überschätzung des Relativen Risikos vorgebeugt und damit ein Fehler vermieden werden, der bei Angabe einer Odds Ratio (OR) in Querschnittstudien von vielen Autoren in Kauf genommen wird. Tolerabel wäre die Approximation des Relativen Risikos über die OR in einer Querschnittstudie allein dann, wenn das betrachtete Merkmal sehr selten vorkommt.²²⁵

Grundsätzlich ist bei der bivariaten Analyse von Daten zu berücksichtigen, dass mindestens drei Sachverhalte gegeben sein müssen, um in der empirischen Praxis die Vermutung einer kausalen Beziehung aufrechtzuerhalten:

1. Der Zusammenhang muss theoretisch begründbar sein.
2. Eine Kovarianz von Prädiktor und Kriterium muss nachweisbar sein (Ursache muss zeitlich vor der Wirkung liegen).
3. Der Zusammenhang muss gegen Störeffekte anderer Einflussfaktoren resistent sein.

In den nachfolgend geschilderten Studien wurde entsprechend geprüft, welche soziodemographischen Merkmale einerseits und welche expositions- bzw. tätigkeitsspezifischen Parameter der Probanden andererseits in einem statistisch messbaren Zusammenhang zur Höhe der Prävalenz der betrachteten Merkmale lagen.

Je nach Datenniveau der unabhängigen Variablen wurden Mittelwertsvergleiche (bei nominal und ordinal skalierten unabhängigen Variablen; Zusammenhangsmaß: eta-Koeffizient) oder Korrelationsanalysen (bei intervallskalierten Prädiktoren; Zusammenhangsmaß: Pearson's Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient r) durchgeführt. Neben einer Differenzierung der Ergebnisse entlang der üblichen Signifikanzschwelle (p<0.05, p<0.01 und p<0.001) wurde zusätzlich das Niveau p<0.20 geprüft. Über diesen Wert wurde die Grenze für die Überprüfung des betreffenden Parameters in den später anschließenden multivariaten Modellen relativ hoch angesetzt, um nicht schon im Vorfeld möglicherweise bedeutsame Parameter auszuschließen.²²¹

Die Anwendung multivariater Analyseverfahren erfolgte in den einzelnen Studien mit den beiden Zielen

- Prüfung der gefundenen bivariaten Zusammenhänge auf Störeffekte und Benennung genuiner Risikofaktoren.
- Darstellung der gefundenen Relationen in einem multivariaten Schätzmodell.

Je nach individueller Kombination der Risikofaktoren konnte so für jede Subgruppe bzw. für jeden Probanden ein Schätzwert angegeben werden.

Das Verfahren der logistischen Regression fußt auf einer Binomialverteilung. Der Schätzwert ist zu interpretieren als die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das betreffende Individuum oder die Gruppe von Personen mit dieser Merkmalskombination (der sogenannte *covariate pattern*) den positiven Wert annimmt.

Die Vorgehensweise beim Erstellen des Schätzmodells orientierte sich an den Empfehlungen von HOSMER & LEMESHOW²²¹. Vor diesem Hintergrund wurden der Likelihood-ratio-test (LR) anstatt der Wald-Statistik verwendet, Linearitäts- und Interaktionstests zur Modelloptimierung¹ durchgeführt und die von den Autoren vorgeschlagene Teststatistik C (*deciles of risk*) als zusätzliches Kriterium für die Beurteilung der Modellgüte herangezogen. Ziel dieser Vorgehensweise war es, ein Modell zu finden, das mit möglichst wenigen unabhängigen Variablen die empirischen Daten möglichst genau abbildet.

¹ Bei intervallskalierten Prädiktoren wurden die folgenden Transformationen der unabhängigen Variablen x getestet: x^2 , $1/(x+1)$, \sqrt{x} , $\ln(x+1)$, e^x und $x^* \ln(x+1)$

II-1.1. Zeckenbedingte Erkrankungen

Die Bedeutung zeckenbedingter Erkrankungen für die Landwirtschaft sowie - was untrennbar damit verbunden ist – die allgemeine Epidemiologie der Erkrankungen wurden in einer Vielzahl von Studien vorhaben untersucht. Erste Untersuchungen wurden im FSME-Hochrisikogebiet in der Umgebung der Stadt Freiburg im Breisgau durchgeführt und dienten der Beschreibung von berufsbedingten und außerberuflichen Risikofaktoren für den Kontakt mit infizierten Zecken bzw. für die manifeste Erkrankung an Frühsommermeningoenzephalitis. Die Verwendung eines standardisierten Fragebogens, der auch z.B. freizeit-assozierte Infektionsrisiken erfasste, ermöglichte die vergleichende Betrachtung des freizeitbedingten und des berufsbedingten Infektions- und Erkrankungsrisikos. Letzteres ist für die Beurteilung der Wahrscheinlichkeit einer beruflich erworbenen in Abgrenzung zu einer freizeitassoziierten Infektion im Zusammenhang mit der Berufskrankheit BK 3102 von großer Bedeutung. Die Landwirte wurden über den in der Querschnittstudie allgemein verwendeten Fragebogen hinaus zu Charakteristika ihrer Tätigkeit befragt.

Im einzelnen wurden die folgenden Studien in Südbaden durchgeführt:

- Querschnittstudie Südbaden
 - Substudie: Landwirte in Südbaden
- Fall-Kontroll-Studie Südbaden
- Kirchzartener Praxenstudie

Ein zweiter Untersuchungsarm diente der Beschreibung von Infektionsrisiken in Regionen außerhalb des FSME-Hochrisikogebietes in Südbaden. Exemplarisch wurde hierbei das Elsass und die Region Bergisches Land / Sauerland untersucht. Während für das Elsass einzelne FSME-Fallbeschreibungen vorlagen und durch die nachbarschaftliche Lage zum Freiburger FSME-Hochrisikogebiet ein gewisses Infektionsrisiko anzunehmen war, war zum Untersuchungszeitpunkt weder dort das Borrelien-Infektionsrisiko untersucht worden noch lagen Daten zum Infektions- und Erkrankungsgeschehen der FSME und Borreliose im Bergischen Land / Sauerland vor. Erkrankungsfälle an Borreliose traten vermutlich regelmäßig auf, wurden jedoch nicht in ihrer Häufigkeit erfasst. Beide Untersuchungen wurden als Querschnittstudie durchgeführt. Ihre Bedeutung aus arbeitsmedizinischer Sicht erhellt sich dadurch, dass sich beruflich exponierte Personen aufgrund der mitunter starken Zeckenexposition entsprechende vektorbedingte Erkrankungen auch in Regionen zuziehen können, von denen bisher keine Krankheitsfälle in der Allgemeinbevölkerung bekannt sind. Diese Frage muss beispielsweise in der Begutachtung der BK 3102 berücksichtigt werden.

- Querschnittstudie Elsass
- Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland

Die Ergebnisse der Untersuchungen im Elsass ließen die Notwendigkeit eines Bestätigungsstests für die üblicherweise mittels Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) durchgeführte FSME-Serologie erkennen. Zu diesem Zweck wurde ein Antikörpernachweis mittels Western Blot entwickelt, validiert und eingesetzt:

- Nachweis von FSMEV-spezifischen Antikörpern mittels Western Blot

Parallel zu den genannten Untersuchungen zur Epidemiologie zeckenbedingter Erkrankungen wurde der Frage nachgegangen, wie FSME-Endemiegebiete unabhängig von der Erfassung menschlicher Erkrankungsfälle beschrieben und hinsichtlich ihres Infektionsrisikos für den Menschen verglichen werden können. Hierzu wurde die Geeignetheit von Tieren als Indikatoren für FSME-Endemiegebiete untersucht:

- Teilnahme von Rindern am Zyklus des FSMEV in Südbaden
- Füchse als Indikatoren für FSME-Endemiegebiete

II-1.2. Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe

Aufgrund der Tierseuchensituation in Europa, die zunächst durch BSE, später auch durch MKS gekennzeichnet war, willigten nur wenige Betriebseigner in die geplanten sicherheitstechnischen Untersuchungen ein. Insgesamt konnten acht landwirtschaftliche Betriebe im Rahmen des vorgestellten Forschungsvorhabens begangen werden. Neben der Beobachtung und Erfassung exponierter Tätigkeiten wurde in den Tierställen Kotproben auf mögliche humanpathogene Bakterien untersucht sowie die Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe mittels standardisierter Verfahren bestimmt. Von Interesse war hierbei die Konzentration der Schimmelpilze, der Bakterien (einschließlich Differenzierung) und der Endotoxine.

II-1.3. Befragung zu Belastungen und Beanspruchungen in der Landwirtschaft

Ergänzend zu den oben genannten Untersuchungen wurde eine standardisierte Befragung von in der Landwirtschaft tätigen Personen durchgeführt. Angeschrieben wurden die Teilnehmer aus der unter Punkt II-1.1 beschriebenen Substudie "Landwirte in Südbaden", die in eine über die Erfassung zeckenbedingter Erkrankungen hinausgehende Untersuchung eingewilligt hatten.

Die Charakteristika der einzelnen Untersuchungen werden nachfolgend näher erläutert.

II-2. Charakteristika der Untersuchungen

II-2.1. Epidemiologische Untersuchungen zu zeckenbedingten Erkrankungen

II-2.1.1. Epidemiologische Untersuchungen an Menschen

Die wichtigsten Charakteristika der einzelnen Studien sind in Tabelle A3 (Anhang) zusammengefasst. Wesentliche Instrumente der Untersuchungen waren jeweils der standardisierte Fragebogen sowie die serologischen Testverfahren. Die Auswertung der Daten erfolgte anonymisiert. Die Studienteilnehmer erhielten ihr persönliches serologisches Ergebnis mit einer kurzen Erläuterung des Befundes nach Abschluss der Untersuchung zugeschickt.

II-2.1.1.1. Der Fragebogen

Mit Hilfe des Fragebogens wurden relevante soziodemographische Daten, Angaben zur Berufsbiographie, zu früheren zeckenassoziierten Erkrankungen und Zeckenstichen, zur Impfanamnese sowie zu Hobbys und Gewohnheiten erhoben (Tabelle II-2.1.1.1). Bei Erstellung des Fragebogens wurde eine hohe Inhaltsvalidität dadurch erreicht, dass alle bekannten oder vermuteten Risikofaktoren für die beiden Erkrankungen FSME und Borreliose berücksichtigt wurden.

Soziodemographische Daten	Alter Anzahl der Kinder Haustiere Höhe des Wohnortes über NN	Geschlecht Geschwisterzahl Wohndauer in der Region
Zeckenexposition	Berufliche Expo. – Freizeit-Expo. – keine Expo. (Selbsteinschätzung)	
	Berufsbiographie	
	Hobbies: Beeren, Pilze sammeln Gartenarbeit Waidwerk/Jagd Milch direkt vom Bauern	
	Fahrradfahren Reiten Waldblauf/Wandern Camping	
	Zeckenstichanamnese: Lebenszeitprävalenz	
	Jahresprävalenz	
Medizinische Anamnese	Zurückliegende Erkrankungen: Meningitis Borreliose Gelenkbeschwerden	
	Enzephalitis FSME Wandernde flächige Hautrötung	
	Anwendung von FSME-Hyperimmunglobulin	
	Impfanamnese: Tetanus Gelbfieber	
	FSME Japanische Enzephalitis	

Tabelle II-2.1.1.1.1: Grundstruktur des verwendeten Fragebogens

Der Fragebogen wurde für die einzelnen Studien jeweils leicht modifiziert (vgl. Tabelle A4-1 bis A4-5 im Anhang).

Da bei gegen Gelbfieber oder Japanische Enzephalitis geimpften Probanden Kreuzreaktionen zu falsch-positiven Ergebnissen bei der Bestimmung FSMEV-spezifischer Antikörper im ELISA führen können, mussten Studienteilnehmer mit entsprechender Impfanamnese von der Analyse hinsichtlich FSMEV-Infektionsrisiko ausgeschlossen werden.

II-2.1.1.2. Die serologischen Verfahren

In der Regel wurden bei den Probanden ca. 10ml venöses Blut entnommen. Dieses wurde innerhalb von 24 h bei 6°C und 1300 U/min 15 Minuten lang zentrifugiert. Anschließend wurde das Serum abpipettiert und bis zur Untersuchung bei -20°C tiefgefroren. Dieses Vorgehen gewährleistete die größtmögliche Standardisierung bei der mikrobiologisch-serologischen Diagnostik.

Aufgrund der Fragestellung der Untersuchung wurden generell nur Antikörper der Klasse IgG bestimmt. Dies erfolgte für FSME und Borreliose mittels Enzyme-linked immunosorbant assay (ELISA). Das Testverfahren ist durch drei Phasen gekennzeichnet:

1. Während einer Seruminkubation binden die nachzuweisenden Antikörper spezifisch an die Antigene der Festphase.
2. Zugegebene Sekundärantikörpern (Anti-human-IgG-Enzym-Konjugat) markieren die entstandenen Antigen-Antikörper-Komplexe.
3. Das an die Sekundärantikörper gekoppelte Enzym setzt in einem dritten Schritt ein zugegebenes Substrat um, wobei ein Farbstoff entsteht.

Die Konzentration des Farbstoffes – gemessen als Extinktion der Reaktionslösung – steht somit im Verhältnis zur Antikörperkonzentration im eingesetzten Serum. Dennoch lässt die ELISA-Methode zunächst nur eine qualitative Aussage über die Anwesenheit von Antikörpern zu. Bei der Quantifizierung und Standardisierung stellen sich

Probleme, denen auf verschiedene Weise begegnet werden kann. Zum einen kann die unterschiedlich starke Extinktion mehrerer Serumproben auf eine verschiedene Antikörperkonzentration hinweisen, doch ist dieses Verfahren sehr ungenau. Als zweite Möglichkeit bietet sich an, die Seren wie z.B. beim Hämaggglutinationshemmtest oder dem Neutralisationstest zu titrieren, doch ist dieses Vorgehen zeit- bzw. arbeitsaufwendig und damit teuer, eignet sich folglich nicht für kommerzielle Testentwicklungen. Eine dritte Möglichkeit kam beim FSME-ELISA zum Einsatz: Über Standardseren, deren Antikörperspiegel mittels anderer Testverfahren bestimmt wurde, wird eine Standardkurve definiert, auf der Einheiten (*units*) und Schwellenwerte (*cutoff*) festgelegt werden^{226 227 228}. Dieses Verfahren ermöglicht die Abschätzung der Höhe der Antikörperkonzentration im Serum eines Probanden. Für die meisten Infektionskrankheiten sind kommerzielle ELISA verfügbar, die zudem automatisiert abgearbeitet werden können.

Der Nachweis der Borrelien-spezifischen Antikörper erfolgte ergänzend zum ELISA in einem zweiten und dritten Schritt mittels Immunfluoreszenztest (IFT) und Western blot (WB).

II-2.1.1.2.1. Nachweis FSMEV-spezifischer Antikörper

Zum serologischen Nachweis von Anti-FSMEV-IgG kamen im Rahmen der vorgestellten Studien kommerziell erhältliche ELISA-Testkits zum Einsatz. Diese verwenden, wie von HOFMANN bei Entwicklung des ersten ELISA-Verfahrens beschrieben²²⁹, FSME-Viren als Antigen. Die serologischen Untersuchungen im Rahmen der vorliegend zusammengefassten Studien wurden in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München, und Frau Dr. Danielle Kampa, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Abteilung Virologie, Universität Freiburg, durchgeführt (Tabelle A5 im Anhang).

Die Antigenverwandtschaft des FSME-Virus mit anderen Flaviviren, z.B. dem Gelbfieber-Virus, dem Japan-Enzephalitis-Virus und den Dengue-Viren - belegt unter anderem durch Kreuzneutralisation²³⁰ oder Sequenzhomologien^{231 232 233} - kann den sicheren Nachweis spezifischer Antikörper gegen FSMEV erschweren. So führen auch kreuzreagierende Antikörper, die jedoch keine FSMEV-neutralisierende, d.h. schützende Wirkung haben, im FSME-ELISA zu einem positiven Ergebnis²³⁴.

Sind dagegen keine kreuzreagierenden Antikörper aus z.B. vorherigen Gelbfieber-Impfungen oder Dengue-Virus-Infektion vorhanden, stimmen die Ergebnisse des ELISA in Untersuchungen von Seren FSME-geimpfter Probanden sehr gut mit denjenigen des Neutralisationstests und des Hämaggglutinations-Hemmtestes überein; es ist folglich davon auszugehen, dass der FSME-ELISA (auch) neutralisierende Antikörper nachweist.

II-2.1.1.2.2. Nachweis von *Borrelia burgdorferi*-spezifischen Antikörpern

ELISA

Aufgrund des Vorkommens mehrerer Borrelien-Spezies in Europa müssen die entsprechenden Antigene in den verwendeten Testansätzen vorhanden sein – üblicherweise werden – z.T. über Kreuzreaktionen - die Stämme *Borrelia burgdorferi* sensu strictu, *Borrelia garinii* und *Borrelia afzelli* erfasst. Erschwert wird die serologische Diagnostik weiterhin dadurch, dass der Erreger *Borrelia burgdorferi* die Oberflächen-

antigene Osp A und C in unterschiedlichem Verhältnis ausprägt, je nachdem ob der Erreger in der Zecke vorliegt oder im Wirt. Kommerziell erhältlich sind verschiedene ELISA-Verfahren, in denen unterschiedliche Antigene verwendet werden. Doch auch bei gezielter Auswahl des ELISA-Verfahrens führen Kreuzreaktionen (z.B. mit anderen Spirochäten) und unspezifische Antikörperbindung an der Festphase des ELISA zu falsch-positiven Ergebnissen. Aus diesem Grund wurde im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen anschließend an den ELISA oder diesen ersetzend ein Immunfluoreszenztest und/oder ein Western blot durchgeführt. Beide Verfahren weisen eine höhere Spezifität als der ELISA auf.

Immunfluoreszenztest (IFT)

Zur Herstellung der Immunfluoreszenz-Tests werden die Borrelien vermehrt (5-7 Tage, BSKII-Milieu, 33°C), durch Zentrifugieren konzentriert und anschließend auf Objekträgern fixiert. Verwendung im Rahmen der Studien fand ein Test, der früher von der Firma LD Diagnostika (jetzt Innogenetics) vertrieben wurde. Er besteht aus einer Mischung zweier Stämme, Bo23 (*B. afzelii*, lokales Hautisolat) und Z37 (*B.b. sensu strictu*, lokales Zeckenisolat). Nach Inkubation des Patientenserums in einer Verdünnungsreihe wurde mit Fluoreszein markiertes Anti-Humanglobulin zugegeben. Seren, die in einer Verdünnung >1:32 nach der Inkubation eine positive Reaktion ergaben, wurden – zum Ausschluss kreuzreagierender Antikörper – an Reiterspirochäten absorbiert und nach Absorption erneut getestet^{235 236}. Die Beurteilung des serologischen Ergebnisses erfolgte in Abhängigkeit der Verdünnungsstufe, in der die Inkubation mit dem Serum noch zu einer spezifischen Reaktion führte (vgl. Tabelle A6 im Anhang).

Western Blot

In den vorgestellten Untersuchungen wurde ein Gesamtlysat des Borrelien-Stammes GsZ6 (*B.b. sensu strictu*, lokales Zeckenisolat, ausreichende Produktion von Osp C) verwendet. Nach Auf trennung in der Natriumdodecyl-polyacrylamidgelektrophorese (SDS-PAGE) und Transfer auf Nitrocellulosestreifen standen die Banden 83, 60-70, 43, 41, 39, 34, 31, 25, 18 und weniger gut charakterisierte Antigene zur Diagnostik zur Verfügung. Anschließend an die Absättigung unspezifischer Bindungsstellen erfolgte die Inkubation mit Patientenserum. Antigen-Antikörper-Komplexe wurden mittels enzymmarkiertem Sekundärantikörper (Anti-Humanglobulin) in einer Substratreaktion farberisch sichtbar gemacht.

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen kamen die verschiedenen serologischen Verfahren in unterschiedlichen Kombinationen zum Einsatz, in allen Studien wurde jedoch derselbe Immunfluoreszenztest verwendet, so dass diese Ergebnisse vergleichbar sind. Die serologischen Untersuchungen fanden in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München, und Herrn Prof. Dr. Batsford, Abteilung Immunologie, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Universität Freiburg, statt (vgl. Tabelle A7 im Anhang).

II-2.1.2. Charakteristika der einzelnen Untersuchungen beim Menschen

Die wichtigsten Kennwerte der einzelnen Untersuchungen sind in Tabelle A3 (Anhang) zusammengefasst. Die Tatsache, dass gegen FSME wie auch gegen Gelbfieber- oder Japanische Enzephalitis geimpfte Probanden von der Analyse hinsichtlich des FSMEV-Infektionsrisikos ausgenommen wurden, begründet die Differenzen in der Kollektivgröße für die Erfassung des FSMEV- und des Borrelien-Infektionsrisikos. Einige Erläuterungen zu den Studien finden sich nachfolgend.

II-2.1.2.1. Querschnittstudie Südbaden

In dieser Studie wurden auf der Basis altersstandardisierter Kollektive beruflich exponierte Personen (Forstwirte) im Vergleich mit Menschen untersucht, die sich selbst als a) in der Freizeit gegenüber Zecken exponiert oder b) nicht oder nur selten gegenüber Zecken exponiert einschätzten (Kategorien: Aufenthalt in der Natur: oft (auch beruflich) – häufig in der Freizeit – (sehr) selten in der Freizeit). Die Forstwirte und Waldarbeiter wurden nach schriftlicher Ankündigung vor Ort (Forstamt) besucht. Bei den Probanden des Vergleichskollektivs handelte es sich um Beschäftigte des Universitätsklinikums Freiburg, die im Rahmen der arbeitsmedizinischen Routineuntersuchung für die Studie angesprochen wurden. Prädiktoren für eine erhöhte Zeckenstichprävalenz wie auch für ein erhöhtes FSMEV- bzw. B.b.-Infektionsrisiko wurden analysiert. Darüber hinaus erfolgte ein altersstandardisierter Vergleich der Antikörperprävalenz gegen FSMEV (ELISA) und gegen Borrelien (ELISA, IFT) zwischen den drei Expositionsguppen.

II-2.1.2.2. Substudie Landwirte in Südbaden

Die Datenerhebung erfolgte über einen standardisierten Fragebogen, der zusammen mit einem Anschreiben des Badischen Landwirtschaftlichen Hauptverbandes (BLHV) an eine Zufallsstichprobe von 1.000 Landwirten verschickt wurde. Die Adressen der Landwirte stammten aus der Mitgliederkartei des BLHV, dem in Südbaden ca. 90% aller Landwirte mit einer Betriebsfläche von mehr als 1ha Land angehören. Die Zufallsstichprobe wurde vom BLHV zur Verfügung gestellt. Besondere Randomisierungsverfahren wurden nicht angewendet. Die Landwirte stammten zu gleichen Teilen aus den vier südbadischen Postleitzahl-Leitbereichen Freiburg, Emmendingen, Müllheim und Titisee. Der Fragebogen differierte von der oben dargestellten Fragebogen-Grundstruktur dahingehend, dass zusätzliche Angaben zum Betrieb und zu den von den Landwirten ausgeübten Tätigkeiten erhoben wurden (vgl. Fragebogen im Anhang, Tabelle A4-2). Ziel der Analysen war zum einen, innerhalb des landwirtschaftlichen Kollektives Risikofaktoren für Zeckenstiche wie auch für ein erhöhtes Infektionsrisiko für durch Zecken übertragene Krankheitserreger zu beschreiben. Zum anderen sollte das für Landwirte ermittelte Infektionsrisiko mit den Befunden zu den entsprechenden Risiken in der Forstwirtschaft verglichen werden. Hierzu wurden gewichtete, altersstandardisierte Teilkollektive gebildet.

II-2.1.2.3. Fall-Kontroll-Studie - FSME

Patienten mit klinisch und serologisch gesicherter FSME (Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Freiburg) wurden mit zufällig ausgewählten Kontrollen (1:3-Matchung nach Alter und Geschlecht) aus der Abteilung Unfallchirurgie (Chirurgische Klinik, Universitätsklinikum Freiburg) verglichen, um berufliche und außerberufliche Risikofaktoren für eine FSME-Erkrankung zu identifizieren. Das Alter der Kontrollpersonen sollte maximal \pm 3 Jahre von dem der FSME-Patienten abweichen. Nach Abschluss der Zuordnung der Probanden zu den FSME-Patienten wurde das Kontrollkollektiv auf seine Repräsentativität in bezug auf den Anteil von Berufen mit möglicher Zeckenexposition überprüft. Als solche wurden Tätigkeiten in der Forst- und Waldwirtschaft, der Landwirtschaft und dem Gartenbau gewertet. Zur Überprüfung der Repräsentativität des Kontrollkollektivs wurden die Daten der amtlichen Statistik des Arbeitsamtbezirkes Freiburg verwendet.

II-2.1.2.4. Kirchzartener Praxenstudie

Ziel war die Gewinnung einer in Alter und Geschlecht repräsentativen Stichprobe der Bevölkerung des Dreisamtales, einem FSME-Hochrisikogebiet, wobei sowohl die Anti-FSMEV- und -B.b.-Seroprävalenz in der Allgemeinbevölkerung als auch die Bedeutung von Prädiktoren für erhöhte Infektionsrisiken und Zeckenstichprävalenz erfasst werden sollten. Eingeschlossen in die Studie wurden Probanden, die ihren Wohnsitz im Dreisamtal hatten und im Untersuchungszeitraum ihren Haus- bzw. Kinderarzt aufsuchten. Hierbei wurde darauf geachtet, dass der Arztbesuch nicht wegen eines Zeckenstiches oder aufgrund von Symptomen erfolgte, die mit einer akuten zeckenbedingten Erkrankung assoziiert sein könnten (z.B. Kopfschmerzen, Fieber, Abgeschlagenheit). Die Angabe entsprechender Beschwerden war Ausschlusskriterium für die Studie. Wie für die Fall-Kontroll-Studie beschrieben, wurde die Repräsentativität des Kollektivs in bezug auf den Anteil von Beschäftigten in exponierten Berufen durch Vergleich mit der amtlichen Statistik des Arbeitsamtbezirkes Freiburg überprüft.

II-2.1.2.5. Querschnittstudie Elsass

Ziel dieser Studie war in erster Linie die Erfassung eines möglichen FSMEV-Infektionsrisikos in der dem südbadischen FSME-Hochrisikogebiet benachbarten französischen Region. Hypothetisch wurde formuliert, dass beruflich exponierte Personen als Indikatoren für ein mögliches Vorkommen des Virus im Elsass dienen können. Zugleich sollte im Vergleich mit der nicht-beruflich exponierten Bevölkerung das beruflich bedingte Infektionsrisiko mit FSMEV und Borrelia burgdorferi für die Region betrachtet werden. Wie oben für die Querschnittstudie in Südbaden beschrieben, wurden Probanden altersstandardisiert in drei Expositionskategorien erfasst: Berufliche Exposition – Freizeitexposition - keine Exposition. Die Probandengewinnung erfolgte in Zusammenarbeit mit Frau Dr. M. Wagner, Mutualité Sociale Agricole du Haut-Rhin, Colmar, und Herrn Dr. E. Wertenschlag, Centre d'Examination de Santé, MGEN, Strasbourg. Aufgrund der Zielgruppen der beiden medizinischen Zentren waren die beruflich exponierten Personen hauptsächlich im Bereich der Landwirtschaft tätig und stammten aus dem Bereich Colmar, während die in der Freizeit oder nicht exponierten Personen v.a. in der Stadt und Region Strasbourg rekrutiert wurden.

II-2.1.2.6. Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland

Wie in Südbaden und im Elsass wurden in einer seroepidemiologischen Studie im Bergischen Land / Sauerland beruflich exponierte Probanden (Forstwirte) nicht beruflich exponierten Personen gegenüber gestellt, wobei in letzterer Gruppe nochmals unterschieden wurden in Freizeitexposition oder keine Exposition. Forstwirte und Waldarbeiter wurden nach schriftlicher Ankündigung vor Ort besucht. Ebenso wurden Mitglieder von Jagdverbänden bei Vereinsveranstaltungen angesprochen. Hierdurch stellten Jäger einen Großteil der freizeitexponierten Gruppe. Im Verhältnis konnten nur wenige Personen ohne beruflich oder Freizeit-bedingte Zeckenexposition in die Studie eingeschlossen werden.

II-2.1.2.7. Nachweis von FSMEV-spezifischen Antikörpern mittels Western Blot

Zur Überprüfung der im Elsass und in Südbaden mittels ELISA gewonnenen serologischen Anti-FSMEV-Befunde wurde ein Western blot entwickelt, in dem hochgereinigtes FSME-Virus (Stamm K23) als Antigen verwendet wurde (Tabelle A8 im Anhang). Entsprechend der von LAEMMLI²³⁷ und TOWBIN²³⁸ beschriebenen Verfahren wurden die Antigen-Proteine mittels Sodium-Dodecylsulfat-Polyacrylamid-Gelelektrophorese (SDS-PAGE) aufgetrennt. Nach der Elektrophorese wurden die Proteine durch sogenanntes „tank blotting“ in einem Elektrotransfer auf eine Nitrozellulose-Membran übertragen. Nach Blockieren unspezifischer Bindungsstellen wurde die Membran in Streifen geschnitten, getrocknet und bei -80°C eingefroren. Auf den Streifen standen die Virusantigene Glykoprotein E (gpE, Hülle) und Protein C (Kapsid) zur Verfügung. Nach Inkubation von Seren ließ sich in der Regel allein eine spezifische Reaktion auf das gpE nachweisen, Bindung im Bereich des Protein C wurde nur selten beobachtet (Abb. II-2.1.2.7.1).

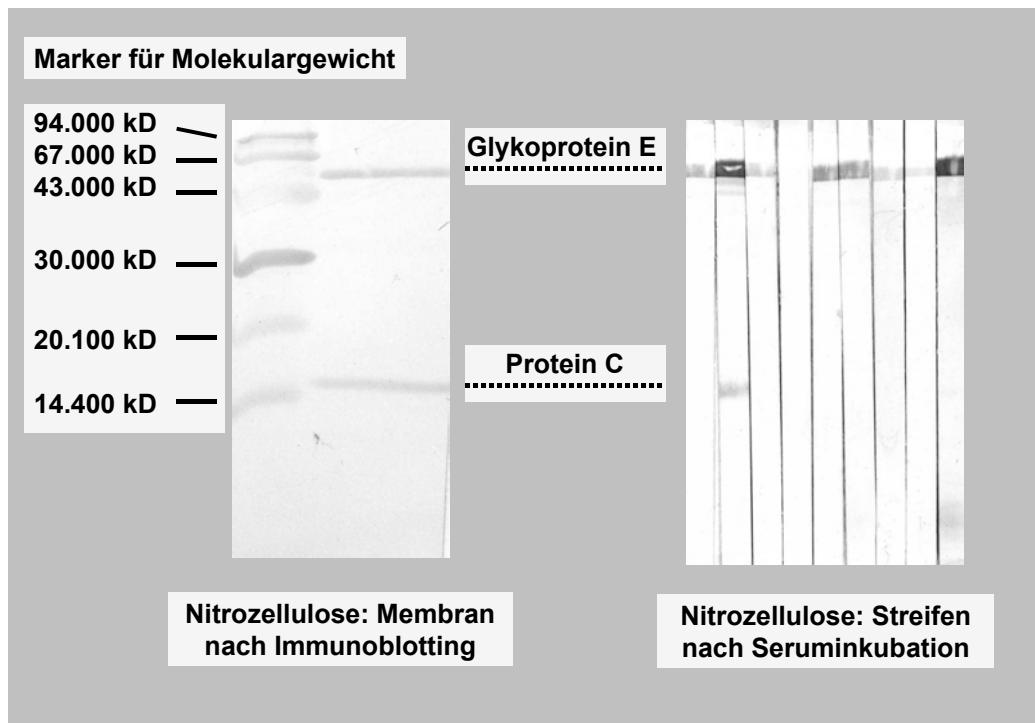


Abbildung II-2.1.2.7.1: Western blot zum Nachweis FSMEV-spezifischer Antikörper, Nitrozellulosemembran nach Immunoblotting bzw. nach Seruminkubation

Inkubationszeiten und optimale Verdünnungskonzentration von Serum und Sekundär-Antikörper wurden über die Testung von Seren klinisch gesicherter FSME-Patienten sowie eines Serokonversionspanels bestimmt. Die Evaluierung des Tests hinsichtlich möglicher unspezifischer Reaktionen erfolgte über die Testung von ELISA-negativen Seren (n=50 gesunde Probanden, n=40 Patienten mit rheumatischer Grunderkrankung).

Nach Etablierung und Evaluierung des Tests wurden Seren aus Südbaden und dem Elsass mit dem Ziel im Western blot untersucht, das jeweilige "positive" oder "grenzwertige" ELISA-Testergebnis zu überprüfen. Insgesamt standen n=277 Seren aus Südbaden und n=115 Seren aus dem Elsass für die Untersuchung zur Verfügung.

II-2.2. Epidemiologische Untersuchungen zur Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei Tieren

Die serologischen Untersuchungen an Tieren verfolgten zwei Ziele: zum einen sollte die Möglichkeit einer FSME-Infektion über den Verzehr von Rohmilch bzw. Rohmilchprodukten im südbadischen FSME-Endemiegebiet untersucht werden, zum anderen wurden Füchse als Indikatoren für das Vorkommen des FSME-Virus in unterschiedlichen Regionen Deutschlands verwendet.

II-2.2.1. Teilnahme von Rindern am Zyklus des FSMEV in Südbaden

Aus Berichten in der Literatur ist zu entnehmen, dass mit FSMEV infizierte Rinder, Ziegen und Schafe wiederholt Ausgangspunkt alimentärer FSMEV-Infektionen waren, die nach dem Genuss unpasteurisierter Milch auftraten.²³⁹ Die dokumentierten Erkrankungsfälle betrafen in der Regel mehrere Mitglieder einer Familie oder die Bevölkerung einer Region zeitgleich. Während der orale Übertragungsweg nach wie vor in Osteuropa und auf dem Balkan von Bedeutung zu sein scheint, wurde er in Südbaden bislang noch nicht beobachtet. In einer ersten Studie sollte erfasst werden, ob und in welchem Umfang Rinder im Südschwarzwald am Zyklus des FSME-Virus teilnehmen. Vom Tierhygienischen Institut Freiburg wurden hierzu Seren zur Verfügung gestellt, die in den Jahren 1991 und 1992 zur Bestimmung der Häufigkeit der Babesiose von Rindern vor und nach dem Sommerweide-Aufenthalt gewonnen wurden. Bis zu Untersuchung auf FSMEV-spezifische Antikörper lagerten die Seren bei –20°C.

Die serologische Untersuchung erfolgte mittels eines für die Bedingungen am Tier modifizierten ELISA-Verfahrens durch Herrn Dr. W. Müller, Labor ALOMED, Radolfzell.²⁴⁰ Die serologischen Ergebnisse wurden v.a. deskriptiv ausgewertet.

II-2.2.2. Füchse als Indikatoren für FSME-Endemiegebiete

Neben der Erfassung menschlicher FSME-Erkrankungsfälle oder der Anti-FSMEV-Seroprävalenz beim Menschen (Allgemeinbevölkerung oder besonders exponierte Kollektive) kann das Vorkommen des FSME-Virus auch über seroepidemiologische Untersuchungen an Tieren erfasst werden, die in diesem Fall als Indikatoren dienen. Diesem Vorgehen kommt aus mehrfacher Hinsicht eine große Bedeutung zu: im Gegensatz zu Menschen werden die Tiere nicht geimpft, sind (je nach Tierart) standorttreu und mit großer Regelmäßigkeit von Zecken befallen. Wissenschaftliche Untersuchungen dieser Art waren v.a. in den 50er und 60er Jahren außerhalb Deutsch-

lands durchgeführt worden, um die Übertragungswege und das Vorkommen des FSME-Virus zu beschreiben. Zum Zeitpunkt der vorgestellten Untersuchung lag der Schwerpunkt der internationalen und nationalen wissenschaftlichen Untersuchungen zur FSME-Epidemiologie jedoch im Bereich epidemiologischer Studien am Menschen. Aus Deutschland lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung außer den vorgestellten Daten zur Teilnahme von Rindern am Zyklus des FSMEV und Befunden zur Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei Rothirschen²⁴¹ keine Angaben zur Häufigkeit von FSMEV-Infektionen bei Tieren veröffentlicht vor.

In der vorgestellten Untersuchung wurden Füchse als Indikatoren für das endemische Vorkommen von FSME-Virus untersucht, da diese Tiere in der Regel stark von Zecken befallen sind und einen verhältnismäßig kleinen Aktivitätsradius haben (in der Regel ungefähr 7-10 km, selten bis zu 50 km). Die Zusammenstellung der Untersuchungskollektive erfolgte in Kooperation mit den verantwortlichen Personen verschiedener veterinärmedizinischer Institutionen, namentlich: Herr Dr. Rangⁱ, Frau Dr. Reißhauerⁱⁱ, Herr Dr. Frostⁱⁱⁱ, Herr Dr. T. Müller^{iv} sowie Herr Dr. Artois und Frau Dr. Bruyere^v. Hierbei wurde darauf geachtet, dass Füchse aus Gebieten mit unterschiedlicher FSME-Inzidenz beim Menschen vertreten waren, um überprüfen zu können, ob die Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei den Füchsen die epidemiologischen Verhältnisse beim Menschen abbildet. Neben Körperflüssigkeit (Serum bei geschossenen Füchsen, Thoraxflüssigkeit bei Fundfuchsen) war stets die Herkunft des Fuchses bekannt. Zusätzlich sollte das Alter und Geschlecht der Tiere erfasst werden. Zum Nachweis FSMEV-spezifischer Antikörper wurde ein für die Diagnostik an tierischen Seren entwickelter ELISA verwendet (Dr. W. Müller, Labor ALOMED, Radolfzell).

II-2.3. Statistische Verfahren

Die statistische Auswertung im Rahmen der Studien zu Zecken bedingten Erkrankungen erfolgte – je nach Fragestellung – deskriptiv, bi- oder multivariat mittels ANOVA und logistischer Regressionsanalyse unter Verwendung des Software SPSS® (Versionen 5 bis 10). Die Analysen wurden entsprechend der auf den Seiten 50-51 dargestellten Grundlagen in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. rer.sec. Matthias Nübling, Freiburger Forschungsstelle für Arbeits- und Sozialmedizin bzw. FB 14 Bergische Universität Wuppertal, durchgeführt.

ⁱ Tierhygienisches Institut Freiburg

ⁱⁱ Staatliches Tierärztliches Untersuchungsamt, Aulendorf

ⁱⁱⁱ Staatliches Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Südhessen, Frankfurt /M.

^{iv} Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Wusterhausen

^v Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires, Malzéville, Frankreich

II-3. Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung

In die Wahl der Methoden zur Erfassung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe flossen die Erfahrungen aus den vielfältigen zurückliegenden Untersuchungen zur biologischen Belastung von Beschäftigten in der Abwasserwirtschaft ein^{242 243}. In beiden Bereichen, der Land- wie auch der Abwasserwirtschaft, üben die Beschäftigten ein breites Spektrum von Tätigkeiten aus, die jeweils mit einer unterschiedlich starken Exposition gegenüber Stäuben und Aerosolen verbunden sind. Die nachfolgend skizzierten Messungen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung verfolgten aus diesem Grund das Konzept, das sich schon für die Abwasserwirtschaft bewährt hatte: anstelle der Bestimmung von Schichtmittelwerten, wie in den technischen Regeln und den BIA-Merkblättern vorgesehen, sollten im gesteckten Rahmen explorativ und beispielhaft Tätigkeiten mit besonders hoher Exposition erfasst werden. Dies erscheint vor dem Hintergrund gerechtfertigt, dass zum einen bisher noch keine Luftgrenzwerte (weder Schichtmittel- noch Kurzzeitkonzentrationen) für biologische Arbeitsstoffe verbindlich festgelegt wurden und zum anderen vorrangiges Ziel der Forschungsvorhaben - in der Abwasserwirtschaft wie auch vorliegend in der Landwirtschaft - die Beschreibung möglicher Expositionsquellen und deren Beurteilung hinsichtlich einer Gesamtexposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen war. Auch dieses Vorgehen ist in den BIA-Merkblättern vorgesehen.²⁴⁴

Abweichend von den von uns in der Abwasserwirtschaft zunächst durchgeföhrten stationären Messungen, wurde die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen in der Landwirtschaft personenbezogen erfasst. Hierzu wurde das vom BIA empfohlene Partikelprobenahmesystems PGP²⁴⁵ verwendet.

II-3.1. Probennahme mit dem Partikelprobenahmesystem PGP

In Abhängigkeit von der Partikelgrößenverteilung des Staubes werden nach MAK-Werte-Liste²⁴⁶ bzw. TRGS 900²⁴⁷ und DIN EN 481²⁴⁸ verschiedene Staubfraktionen unterschieden, für die eigene Probenahmesysteme zum Einsatz kommen. Das Gesamtstaub-Probenahmesystem GSP-System²⁴⁹ dient hierbei zur Messung des sogenannten Gesamtstaubes, entsprechend der einatembaren Partikelfraktion nach DIN EN 481. Für den "Feinstaub" (bzw. den alveolengängigen Staub, A-Staub) kann das Feinstaub-Probenahmesystem FSP²⁵⁰ verwendet werden. Während sowohl die einatembare als auch die alveolengängige Staubfraktion in Deutschland in arbeitsplatzhygienischen Regelungen Berücksichtigung finden, ist dies für die thorakalen Staubanteile bisher nicht der Fall (Tabelle II-3.1.1).

Die Eignung des Probenahmesystems GSP zur Staubmessung nach DIN EN 481 wurde von Seiten des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit (BIA) bestätigt; es ist allerdings zu berücksichtigen, dass das GSP-System bei hohen Windgeschwindigkeiten (im Versuch erfasst: 4m/s) nur für Partikelgrößenverteilungen mit einem medianen Durchmesser bis zu etwa 10 µm geeignet ist²⁵¹. Dies schränkt die Verwendung des GSP-Systems an Arbeitsplätzen im Freien bzw. in halboffenen Gebäuden für bestimmte Fragestellungen ein.

Aerodynamischer Durchmesser D (50%-Wert)	Bezeichnung nach DIN EN 481, TRGS 900, MAK-Werte-Liste	Grenzwerte
$\leq 4\mu\text{m}$	Alveolengängige Staubfraktion (A-Staub); ältere Bezeichnung: Feinstaub (F-Staub)	<u>Allgemeiner Staubgrenzwert: 6mg/m³</u> (inerter Staub, d.h. keine mutagene, krebserzeugende, fibrogene, toxische oder allergisierende Wirkung) Beurteilungszeitraum: Schichtlänge
$\leq 10\mu\text{m}$	Thorakale Staubfraktion	<u>Vorschlag Innenraumluft: 50µg/m³</u> (Vorschlag für Räume, in denen nicht mit Gefahrstoffen umgegangen wird; EG-Grenzwert für PM-10-Staub ^{i,252})
$\leq 100\mu\text{m}$	Einatembare Staubfraktion (E-Staub); ältere Bezeichnung: Gesamtstaub (G-Staub)	<u>Gefahrstoffe</u> , z.B. Holzstaub: 2 mg/m ³ (E-Staub) Baumwollstaub: 1,5 mg/m ³ (E-Staub)

Tabelle II-3.1.1: Staubfraktionen nach TRGS 900 und DIN EN 481, Grenzwerte zusammengestellt nach BIA-Report 4/2001: Gefahrstoffliste 2000 – Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollten

- Bakterien
- Schimmelpilze
- Endotoxine

mit Hilfe des GSP-Systems erfasst werden. Bei Beprobung eines Luftvolumens von 3,5 l/min (GSP 3,5) beträgt die Ansauggeschwindigkeit an der Eintrittsöffnung 1,25 m/s vor. Das GSP besteht aus einem Kapselhalter, einem E-Staub-Adapter und einem Ansaugkegel. Die Kapsel mit dem beaufschlagten Filter kann nach Beendigung der Probenahme herausgenommen und nach Verschließen mit einem geeigneten Deckel der analytischen Bestimmung zugeführt werden. Das System GSP ist nach dem Einsetzen einer neuen Kapsel in den Kapselhalter wieder einsatzbereit. Als Pumpen wurde das personentragbare Gerät "Hi Flow Sampler", Modell: HFS 513 A, der Firma Gilian eingesetzt, das vor Beginn der Messungen mit Hilfe eines Rotameters auf den entsprechenden Volumenstrom kalibriert wurden.

II-3.2. Bestimmung der Konzentration der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe

Sowohl die Probenahme (Messzeitraum, Filtermaterial, Ansauggeschwindigkeit) wie auch der Probentransport und –lagerung müssen den nachzuweisenden Mikroorganismen und Endotoxinen angepasst werden. Im Hinblick auf die Mikroorganismen war das wichtigste Kriterium der Erhalt der Lebens- und damit Vermehrungsfähigkeit ist, da die analytische Auswertung durch die Anzüchtung der Keime auf verschiedenen Nährmedien erfolgte.²⁵³ Allgemein folgte auf die Filtration der biologischen Arbeitsstoffe aus der Luft ein stufenweises Vorgehen bis schließlich die Identität (bei Bakterien und Schimmelpilzen) wie auch die Konzentration der Mikroorganismen bzw. Endotoxine bestimmt werden konnte (Abb. II-3.2.1).

ⁱ "PM 10" bezeichnet die Partikeln, die einen grösenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 Prozent aufweist.

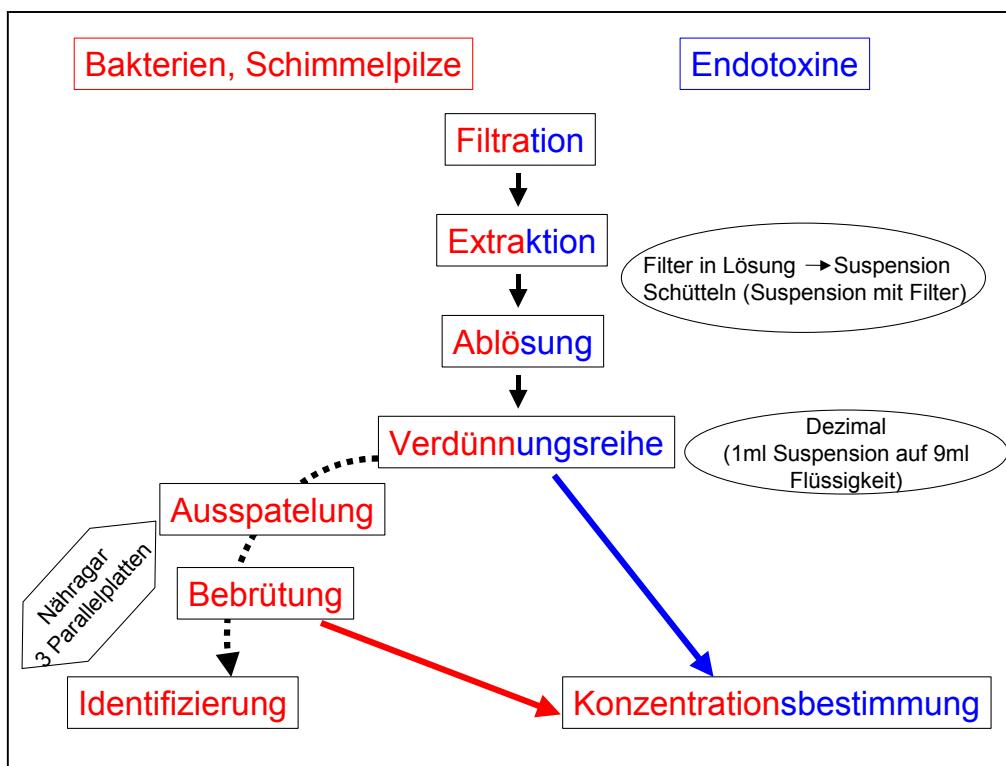


Abbildung II-3.2.1: Von der Messung zur Bestimmung von Identität und Konzentration von biologischen Arbeitsstoffen – indirektes Verfahren

Die entsprechenden Verfahren sind in den BIA-Merkblättern (Kennziffer 9420²⁵⁴, 9430²⁵⁵ und 9450²⁵⁶) bzw. den Technischen Regeln Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 430²⁵⁷) niedergelegt und folgen standardisierten mikrobiologischen Arbeitsanleitungen, wie sie z.B. in den Regeln für "good medical practice" oder "good laboratory practice" (GMP- oder GLP-Regeln) festgelegt sind.

Aufgrund der im landwirtschaftlichen Bereich zu erwartenden hohen Konzentrationen wurde zur Bestimmung von Bakterien und Schimmelpilzen die indirekte Methode verwandt, d.h. der beaufschlagte Filter wurde nicht direkt auf das Nährmedium (Agarplatte), sondern zunächst in Lösung gebracht. Aus der Suspension und den Verdünnungsreihen wurde entsprechend Nährmedium inokuliert. Die unteren Bestimmungsgrenzen lagen bei diesem Vorgehen bei ca. 1.000 KBE/m³ Luft für Schimmelpilze und ca. 950 KBE/m³ Luft für vegetative Bakterien (GSP 3,5 l/min, max. Zeit 10 min)²⁵⁸ (Tabelle A9, A10 und A11 im Anhang).

Zur Bestimmung der Endotoxinkonzentration wurde - wie in Kapitel I-1.3.1.1. beschrieben - der chromogen-kinetische Limulustest eingesetzt, der auf der Gerinnung der Hämolymphe des Pfeilschwanzkrebses (*Limulus polyphemus*) bei Anwesenheit von Endotoxin beruht. Zur chromogen-kinetischen Messung wird eine lyophilisierte Mischung aus LAL und einem synthetischen gelbfärbenden Substrat benutzt, im vorliegenden Fall das Testkit COAMATIC® Chromo-LAL K der Firma Chromogenix. Die Entstehung der Gelbfärbung ist an die Gerinnung gekoppelt: Je rascher die Gelbfärbung eintritt, desto mehr Endotoxin ist vorhanden. Jede Probe musste zusätzlich mit einem Standard versetzt werden ("Spike"), um hemmende oder verstärkende Effekte zu erkennen. Für jeden Test war die Erstellung einer separaten Eichkurve erforderlich, die Testdurchführung erfolgte bei $37^{\circ}\text{C}\pm0,5^{\circ}\text{C}$. Zur Extinktionsmessung (405 nm) wurde ein computergestützter Mikrotiterplatten-Reader (Dynex MRX) verwendet.

Alle Messungen wurden als Doppelbestimmung durchgeführt. Der Messbereich des Tests beträgt 0,005 bis 50 EU/mlⁱ, durch Verdünnung der Stammlösung war der Nachweis höherer Endotoxininkonzentrationen möglich.

Neben dem allgemeinen kulturellen Nachweis von Bakterien und Schimmelpilzen wurde gezielt das Vorkommen von Staphylokokken, koliformen Bakterien, E. coli und Enterokokken und Aspergillus fumigatus untersucht. Hierzu wurden in der Mikrobiologie übliche Verfahren wie (Indikatoragar, Bebrütung bei spezieller Temperatur und die sog. "Bunte Reihe") verwendet.

Zur Beurteilung der Hintergrundbelastung wurden jeweils – wie in der TRBA 405²⁵⁹ vorgesehen - Referenzmessungen der Außenluft (jeweils an der Frischluftseite der landwirtschaftlichen Betriebe) vorgenommen, wobei das Probenahmesystem an einem Stativ in einem Meter Höhe befestigt wurde. Bei allen Messungen wurden Luftdruck (in hPa), relative Luftfeuchte (in %) und Lufttemperatur (in °C) mit einem vollautomatischen elektronischen Gerät der Fa. Huber (Modell No: BAR928), die Windgeschwindigkeit mit einem Flügelrad-Animometer der Fa. Thies, Göttingen, bestimmt.

Die Messung der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe erfolgte in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Lohmeyer, Mikrobiologisches Labor Dr. Balfanz – Dr. Lohmeyer, Münster, der auch die nachgehende mikrobiologische Diagnostik sowie die Endotoxinbestimmung durchführte.

II-3.3. Erfassung weiterer Expositionsparameter in der landwirtschaftlichen Nutztierehaltung

Die Bestimmung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe wurde ergänzt durch die kontinuierliche Messung von Stäuben bzw. Aerosolen und die Erfassung der Ammoniakkonzentration an einzelnen Lokalisationen und Tätigkeiten.

II-3.3.1. Staubmessung

Verwendet wurde das Staubmessgerät 1.105 mit der Software 1.174 der Firma Grimm Labortechnik GmbH & Co. KG, D-83404 Ainring. Das Gerät arbeitet mittels Streulichtmessung der Einzelpartikel, wobei ein Halbleiterlaser als Lichtquelle dient. Das 90°-Streulicht wird mit einem Öffnungswinkel von etwa 60° über einen Spiegel auf eine Empfängerdiode gelenkt. Durchqueren Partikel den Laserstrahl, geben sie einen Lichtimpuls ab. Das Signal der Diode wird verstärkt und in acht Größenkanälen (0,75 – 1 – 2 – 3,5 – 5 - 7,5 – 10 - 15µm) differenziert. Dies ermöglicht die Größenbestimmung der Partikel, wobei sich der Messbereich durch Extrapolation auf den Bereich zwischen 0,5 und 18,5µm erstreckt. Die Probenluft wird über eine integrierte, volumenstromgeregelte Pumpe durch die Messzelle und einen Gravimetriefilter gesaugt (1,2l/min±5%). Zur Gesamtstaubmessung (bei 1,25 m/s) wird ein radialsymmetrischer Ansaugkopf verwendet.

Während der Staubmessung wird alle 6 Sekunden (sec.) ein Wert angezeigt, so dass eine Echtzeitmessung der Staubkonzentration möglich ist. Die Messungen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgten in der Mehrzahl der Fälle online, d.h.

ⁱ Angabe aus dem BIA-Merkblatt "Verfahren zur Bestimmung der Endotoxininkonzentration am Arbeitsplatz" (Kennzahl 9450)

mit direkter Datenübertragung zum Laptop. Möglich war jedoch auch die Speicherung von gemittelten 60sec.-Werte auf der Speicherkarte mit nachfolgender Datenübertragung. Die Messungen wurden z.T. personenbezogen durchgeführt, wobei das Partikelmessgerät entweder von der arbeitenden Person getragen wurde oder eine zweite Person den Schlauch mit dem Ansaugkopf in unmittelbarer Nähe des Probanden auf Mund- bzw. Nasenhöhe hielt. Letzteres Vorgehen wurde gewählt, um mögliche Beschädigungen des Staubmessgerätes durch z.B. Tiere zu verhindern. Wo eine personenbezogene Erfassung nicht sinnvoll erschien – z.B. vergleichende "Ruhemessungen" im Stall oder dem Augenschein nach sehr homogene Staubkonzentration im Stall – erfolgte die Messung stationär (Stativ), wobei darauf geachtet werden musste, dass nicht aufgrund z.B. schnuppernde Tiere erhöhte Werte gemessen wurden. Das verwendete Staubmessgerät ermöglichte die Bestimmung der Massenkonzentration (Bereich: $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ – $50.000\mu\text{g}/\text{m}^3$), der Partikelkonzentration in den acht Messkanälen bezogen auf einen Liter Probenluft, der PM-10-Fraktion oder der arbeitsmedizinisch relevanten Staubfraktionen. Letztere wurden bei den Messungen als einatembarer Staub (E-Staub), thorakaler Staub und alveolengängiger Staub (A-Staub) erfasst. Der E-Staub war hierbei – entsprechend der oben geschilderten Geräteeigenschaften – auf den Bereich zwischen $0,5\mu\text{m}$ und $18,5\mu\text{m}$ beschränkt.

II-3.3.2. Bestimmung der Ammoniak-Konzentration in der Stallluft

Die Bestimmung von Ammoniak (NH_3) erfolgte mittels Prüfröhrchen der Fa. Dräger (Lübeck), wobei die manuelle Gasspürpumpe Mod. 31 (Fa. Dräger) bzw. die elektrische Pumpe Quantimeter 1000 (Fa. Dräger) verwendet wurde. Im niederen Konzentrationsbereich wurden die Röhrchen Ammoniak 2/a (Messbereich: 2 – 30 ppm), im höheren Konzentrationsbereich die Röhrchen Ammoniak 5/a (Messbereich: 5-70 ppm) eingesetzt. Hubzahl (und damit Dauer) der Messungen entsprachen den Angaben in der Gebrauchsanweisung der Röhrchen (Hubzahl 5 (2-30ppm) bzw. 10 (5-70ppm), Dauer ca. 1 Minute), entsprechend der Vorgaben wurden die abgelesenen Werte mit dem Faktor F für die Luftdruckkorrektur multipliziert.ⁱ Die NH_3 -Konzentration wurde in Einzelfällen bestimmt, um den möglichen Einfluss verschiedener Haltungs- und Fütterungsbedingungen auf die Schadgasemission zu beschreiben. Es gilt: $1\text{ppm NH}_3 = 0,71\text{mg NH}_3/\text{m}^3$ (20°C , 1013 hPa).

II-3.3.3. Untersuchung von tierischen Kotproben auf humanpathogene Erreger

In den Tierställen wurden – bei allesamt gesunden Tierbeständen - Einzel- und Sammelkotproben genommen mit dem Ziel, das eventuelle Vorkommen humanpathogener Krankheitserreger nachzuweisen. Angestrebt war der Nachweis von:

- Enterohämorrhagische *E. coli* (EHEC)
- Salmonellen
- Shigellen
- *Yersinia enterocolitica*
- *Campylobacter*

Die Diagnostik erfolgte in einem privaten humanmedizinisch ausgerichteten mikrobiologischen Labor in Wuppertal durch Kultivierung und (biochemische) Differenzierung bzw. durch den Nachweis von Shigatoxin 1 und 2 mittels ELISA (ProSpecT Shiga

ⁱ Angabe aus der Gebrauchsanweisung: $F = \frac{1013}{\text{tatsächlicherLuftdruck(hPa)}}$

Toxin Microplate Assay[®]). Die in einem Fall notwendige bakterielle Serotypisierung nach positivem Nachweis von Shigatoxin erfolgte durch das Hygiene-Institut der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Stadt Hamburg.

II-3.4. Die untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe

Wie skizziert, standen - bedingt durch die Tierseuchensituation in Europa – nur wenige landwirtschaftliche Betriebe für die Untersuchungen zur Verfügung. Insbesondere war weder in der Rinder- noch in der Schweinehaltung ein Vergleich der konventionellen mit sogenannten artgerechten Haltungsformen möglich. Im Rahmen der vorliegenden Studie kein ökologisch wirtschaftender Hof angesprochen werden. Dies bedingte, dass der Vergleich von z.B. Rinderhaltung auf Spaltenböden vs. Rinderhaltung in z.B. Tretmistställen oder Schweinehaltung auf Spaltenböden vs. Schweinehaltung in Tiefmistställen nicht möglich war. Im Gegensatz hierzu war die Pferdehaltung nur in geringem Umfang von Einschränkungen in Zusammenhang mit der MKS-Epidemie betroffen, so dass hier der Effekt verschiedener Einstreumaterialien auf die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen untersucht werden konnte. Im Hinblick auf die Legehennenhaltung konnte sowohl die Boden- als auch die Käfighaltung erfasst werden. Die wichtigsten Charakteristika der einzelnen Betriebe sind nachfolgend tabellarisch zusammengefasst (Tabelle II-3.4.1). Zu beachten ist, dass die Bestimmung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe und die Staubmessungen aus organisatorischen Gründen wie auch aufgrund der Tierseuchensituation nicht in jedem Fall am selben Tag stattfinden konnten (Tabelle A12, Anhang). Die Schadgasmessungen wie auch die Kotprobennahme fanden mit Ausnahme von Hof 6 am Tag der Bestimmung der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe statt. Die klimatischen Rahmenbedingungen bei der Erfassung der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe sind den Tabellen A13-1 bis A13-8 im Anhang zu entnehmen.

Bei der Auswahl der Höfe wurde darauf geachtet, möglichst typische Haltungsformen zu erfassen. Die Betriebe waren nicht unbedingt typisch für die jeweilige Region. Während der Messungen sollte in erster Linie versucht werden, Tätigkeiten zu differenzieren, die mit einer erhöhten Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen einher gehen. Diese wurden zunächst durch Beobachtung und Befragung der Landwirte bei ihrer Arbeit beschrieben. Die messtechnische Erfassung erfolgte dann in Abhängigkeit von den am Untersuchungstag anfallenden Arbeitsgängen. Die untersuchten Tätigkeiten sind in Tabelle II-3.4.2. zusammengestellt.

II-3.5. Statistische Verfahren

Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte aufgrund der geringen Fallzahlen v.a. deskriptiv. Die Ergebnisse der Partikelmessung wurden über Medianwerte und Darstellung in Boxplots ausgewertet, mögliche Unterschiede in der Staubkonzentration wurden über Mittelwertsvergleiche (vgl. S. 50-51) analysiert. Die Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit Dr. rer.sec. Matthias Nübling, FFAS, Freiburg, bzw. Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, unter Verwendung der Software SPSS[®], Version 10.

Hof	Kühe	Rinder	Kälber	Bullen	Pferde	Schweine	Hühner	Tauben	Haltungsform
1	40	40 (Jungvieh)						69	<u>Kuhstall:</u> Spaltenböden, <u>Liegeboxen:</u> Matratzen <u>Entmistung:</u> automatisch (Spaltenboden) bzw. Schippe (manuell; Verunreinigung der Matratzen) <u>Einstreu:</u> Sägemehl täglich (wenig, im Bereich der Matratzen) (Buche)
2	65	40	15				600 ¹⁾ 100 ²⁾		<u>Kuhstall:</u> Spaltenböden, Liegeboxen: gehäckseltes Stroh <u>Entmistung:</u> automatisch (Spaltenboden) bzw. Schippe (manuell; Strohhäcksel in Liegeboxen) <u>Einstreu:</u> Strohhäcksel 2x / Woche maschinell eingestreut ¹⁾ Legehennen, Bodenhaltung, ²⁾ Masthähnchen, Bodenhaltg.
3	40-45	25	25	30					<u>Kuhstall:</u> Spaltenböden, Liegeboxen: zerkleinertes Stroh <u>Entmistung:</u> automatisch (Spaltenboden) bzw. Schippe (manuell; Entfernung des Strohs aus den Liegeboxen) <u>Einstreu:</u> Strohschnitt täglich manuell
4	85	100 (Jungvieh)							<u>Kuhstall:</u> Spaltenböden, Liegeboxen: Sägespäne <u>Entmistung:</u> automatisch (Spaltenboden) bzw. Schippe (manuell; Entfernung der Sägespäne aus den Liegeboxen) <u>Einstreu:</u> Sägespäne täglich manuell
5							100.000 ¹⁾ 4.400 ²⁾		¹⁾ Legehennen in Käfighaltung ²⁾ Legehennen in Bodenhaltung
6				10					<u>Pferde in Boxenhaltung</u> 2 Boxen: Sägespäne 8 Boxen: Stroh (Großballen) Entmisten und Einstreuen jeweils manuell
7				6					<u>Pferde in Boxenhaltung</u> 3 Boxen: Stroheinstreu 3 Boxen: Hanfeinstreu Entmisten und Einstreuen jeweils manuell
8						144-180			<u>Schweine:</u> Vollspaltenboden <u>Fütterung:</u> vollautomatisch <u>Entmistung:</u> automatisch (Spaltenboden, 17 mm-Schlitz, Grube unter Stall)

Tabelle II-3.4.1: Charakteristika der erfassten Betriebe

Hof	Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe	Staubmessung
1	Milchviehhaltung: Liegestall – "Ruhe" Futtertisch – "Ruhe" Fütterung mit Silage (personengetragen) Umrühren der Gülle (unter Spaltenboden) – Messung vom Futtertisch aus (Abstand: ca. 1,5 m) <u>Taubenstall</u> – "Ruhe"	Verteilung der Silage (von Hand) Melkstand – Ruhe Melkstand – Reinigung (Schlauch) Melkstand-Reinigung (Hochdruck) Heraustreiben der Kühe Einstreuen der Liegeboxen (Sägemehl) Kuhstall – Ruhe
2	Milchviehstall: Strohhäckseln (personengetragen) Milchviehstall: kurz nach Fütterung, fressende Tiere Hühnerstall – "Ruhe" Jungtierstall – "Ruhe" Kälber-/ Trockenstall – "Ruhe" Referenz	Kuhstall – Bewegung der Tiere Strohhäckseln, Einstreuen Liegeboxen (gelüftet) Kuhstall (leer) – Ruhe Fütterung mit Silage (Futterwagen)
3	Milchviehhaltung: Liegestall – "Ruhe" Futtertisch mit Silage – "Ruhe" Bullenstall – Fütterung von Hand (personengetragen) Bullenstall – Gülleröhren Referenz	Kuhstall – Ruhe Zusammentreiben der Kühe Strohhäcksel (aus Sack) - Verteilen in Liegeboxen Kühe – Bewegung im frischen Stroh Kühe – Ruhe im frischen Stroh Zusammentreiben der Kühe (nach Einstreuen) Melkstand-Reinigung (Schlauch)
4	Milchviehhaltung: Liegestall – Sägespäne-Einstreuen (personengetragen) Futtertisch – Ruhe (links) Futtertisch – Ruhe (rechts) Referenz	Melkstand-Reinigung (Hochdruck) Fütterung mit Kartoffelschlempe (Futterwagen) Fütterung mit Silage (Futterwagen) Kühe – Fressen (Silage + Kartoffelschlempe) Kuhstall – Ruhe
5	Legehennenhaltung: Bodenhaltung –"Ruhe" Arbeitsplatz Bodenhaltung Käfighaltung – weiße Hühner – "Ruhe" Käfighaltung – braune Hühner – "Ruhe" Arbeitsplatz Käfighaltung Referenz	Bodenhaltung (ohne Person) Bodenhaltung – Rundgang des Mitarbeiters Käfighaltung (Käfig 1) – Lüftung an (ohne Person) Käfighaltung (Käfig 1) – Lüftung aus (ohne Person) Käfighaltung (Käfig 2) (ohne Person)
6	Pferdehaltung: Sägespäne – Ausmisten Sägespäne – Einstreuen Stroh (Großballen, Gerste) – Ausmisten Stroh (Großballen, Gerste) – Einstreuen Referenz	Sägespäne – Ausmisten Sägespäne – Einstreuen Stroh (Großballen, Gerste) – Ausmisten Stroh (Großballen, Gerste) – Einstreuen
7	Pferdehaltung: Hanf – Ausmisten Hanf – Einstreuen Referenz	Hanf – Ausmisten Hanf – Einstreuen
8	Schweinestall, leer – Hochdruckreinigung Schweinestall, besetzt – Ruhe Schweinestall, besetzt – Kontrollgang Referenz	Schweinestall, leer (nach Umsetzen) Schweinestall, leer – Hochdruckreinigung Schweinestall, besetzt – Ruhe Schweinestall, besetzt – Rundgang des Landwirts

Tabelle II-3.4.2: Messtechnisch erfasste Tätigkeiten und Zustände

II-4. Befragung zu Belastungen und Beanspruchungen in der Landwirtschaft

In der im Hinblick auf die zeckenbedingten Belastungen 1997/1998 durchgeföhrten "Substudie Landwirte in Südbaden" hatten alle Teilnehmer (d.h. die Vertreter von 316 Höfen) ihre Bereitschaft signalisiert, für eine weitere Befragung zur Verfügung zu stehen. An die Betriebe wurde im Herbst 1999 ein zweiteiliger standardisierter Fragebogen versandt: der erste Teil diente der Erfassung weiterer Hofcharakteristika ("Hofbogen"), der zweite Teil richtete sich an die auf dem jeweiligen Hof tätigen Personen ("Personenbogen"). Derart wurde eine Vielzahl von Variablen erfasst, mit deren Hilfe die Hofstruktur, Produktionsverfahren, spezifische Belastungen und Beanspruchungen auf dem Hof wie auch der einzelnen Personen beschrieben werden konnten. Ergänzt wurden die Daten durch Angaben zu Informationsbedarf und persönlichen Einstellungen (Tabelle II-4.1, Tabelle A14 im Anhang).

Hofbogen	
Betriebsstruktur	Tierproduktion, Pflanzenproduktion Betriebsgröße: Fläche, Tierzahl Technische Ausstattung Personen auf dem Hof
Persönliche Schutzausrüstung	
Unfälle	
Erkrankungen auf dem Hof	
Informationsbedarf für den Hof	
Personenbogen	
Soziodemographische Daten	Geschlecht, Alter Stellung im Betrieb, Arbeitszeit
(Krankheits-)Anamnese	Raucherstatus Frühere Zoonosen Berufskrankheiten Krankheitstage, Arbeitsunfähigkeitstage
Arbeitsanamnese	Anteil der verschiedenen Tätigkeiten Häufigkeit verschiedener Tätigkeiten
Belastungen	physisch, physikalisch chemisch biologisch psychisch Unfallgefahr
Beanspruchungen / Beschwerden	Haut Atemwege Magen-Darm-Trakt Muskel- und Skelettsystem Allgemeinsymptome
Arbeitszufriedenheit / persönliche Einstellung	

Tabelle II-4.1: Inhalt des Fragebogens zur Befragung der Landwirte

In der vorliegenden Untersuchung wurde – eingearbeitet in den beschriebenen Fragebogen – die Beschwerdenliste (B-L) nach v. Zerssen²⁶⁰ als standardisiertes Instrument zur Messung von subjektiv erlebten Beanspruchungen verwendet.

II-4.1. Die Beschwerdenliste nach v. Zerssen

Die Beschwerdenliste (B-L) nach v. Zerssen ist ein Fragebogen-Test zur quantitativen Abschätzung subjektiver Beeinträchtigung durch (überwiegend) körperliche und Allgemeinbeschwerden, der sich für Querschnitt- und Längsschnittuntersuchungen an einzelnen Probanden oder Gruppen von Probanden eignet. Der Test ermöglicht die Dokumentation individueller Beschwerdenkomplexe und die Berechnung eines Summen-Scores aus den Test-Items. Die eigentliche Funktion der Testung ist die Objektivierung und Quantifizierung einer globalen Beeinträchtigung des subjektiven Befindens anhand konkreter Beschwerden. Im Gegensatz zu z.B. der Befindlichkeits-Skala ist die Beschwerden-Liste nicht speziell auf die Erfassung einer momentanen Beeinträchtigung des subjektiven Wohlbefindens zugeschnitten. Die Indikation für die Anwendung der Beschwerden-Liste B-L wird vielmehr die orientierende Erfassung des Ausmaßes der „subjektiven Gestörtheit in Querschnitt-Untersuchungen an einzelnen Probanden oder an Probandengruppen“ genannt. Die Items der Liste können eingesetzt werden, um Patienten- und Kontrollgruppen zu vergleichen oder Stichproben aus der Durchschnittsbevölkerung bzw. aus bestimmten Bevölkerungsgruppen bei epidemiologischen Untersuchungen zu untersuchen. In psychiatrischen oder psychopharmakologischen Studien sollten dagegen stets weitere Testformen eingeschlossen werden.

Die Frageliste enthält 24 Items zu körperlichen und Allgemeinsymptomen, die auf einer 4-Punkt Likert-Skala (Ausprägung: nie – kaum – mäßig – stark) abgefragt werden:

- Kloßgefühl
- Kurzatmigkeit
- Schwächegefühl
- Schluckbeschwerden
- Stiche in Brust
- Druck im Leib
- Mattigkeit
- Übelkeit
- Sodbrennen
- Reizbarkeit
- Grübelei
- Starkes Schwitzen
- Kreuz-/Rückenschmerzen
- Innere Unruhe
- Müdigkeit in den Beinen
- Unruhe in den Beinen
- Überempfindlichkeit gegen Wärme
- Überempfindlichkeit gegen Kälte
- Übermäßiges Schlafbedürfnis
- Schlaflosigkeit
- Schwindelgefühl
- Zittern
- Nacken-/Schulterschmerzen
- Gewichtsabnahme

Entsprechend der Angaben aus dem Test-Manual²⁶⁰ erfolgte die Evaluierung des Testes an einer repräsentativen Eichstichprobe aus n=1761 Bürgern (773 Männer, 988 Frauen) der Bundesrepublik Deutschland im Alter zwischen 20 und 64 Jahren. Ausgeschlossen aus dieser Stichprobe wurden Probanden mit einem Verbal-IQ unter 80 und/oder Fälle mit einem „missing data“-Anteil über 10%. An diesem Kollektiv wurde deutlich, dass der Test durch eine hohe Variationsbreite und damit gute Differenzierungsfähigkeit charakterisiert ist.

Das Testergebnis die Beschwerden-Liste wird in einem Beschwerden-Score ausgedrückt, der sich als Summen-Score aus allen 24 Items errechnet (sog. Stanine-Wert). Daneben ist der statistische Gruppenvergleich auf der Ebene einzelner Items oder bestimmter Item-Kombinationen möglich.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass auch bei „Gesunden“ einige der erfragten Beschwerden genannt werden. Aus diesem Grund kann von einer Abweichung bzw. einer krankhaften Störung nur gesprochen werden, wenn ein Mindestmaß an Beeinträchtigung erreicht ist.

II-4.2. Analyse der gewonnenen Daten

Im Rahmen der vorliegenden Befragung von Landwirten wurde nicht zeitgleich ein Vergleichskollektiv aus der Allgemeinbevölkerung erfasst. Stattdessen erfolgte der Rückgriff auf die oben geschilderte zur Standardisierung des Tests verwendete Eichstichprobe. Dieses Vorgehen schien gerechtfertigt vor dem Hintergrund, dass der Test nicht speziell auf die Erfassung einer momentanen Beeinträchtigung des subjektiven Wohlbefindens ausgelegt ist. Zudem zeigen die im Test-Manual zusammengestellten Daten, dass der Beschwerden-Score nahezu nicht mit der Sozialschicht und dem Alter und nur schwach positiv mit dem weiblichen Geschlecht korreliert.

Der Altersverteilung des Eichkollektivs entsprechend wurden für die vergleichende Analyse nur die Angaben der Studienteilnehmer im Alter zwischen 20 und 64 Jahren verwendet. Neben der Gegenüberstellung der Stanine-Werte in beiden Gruppen wurden die errechneten Mittelwerte der Einzelitems in beiden Kollektiven verglichen mit dem Ziel, ein spezifisches Beschwerdenprofil der befragten Landwirte zu beschreiben.

Zur Überprüfung der Validität des Konzepts und der Eindimensionalität der Skala wurden analog zur Zerssenschen Methodik Faktorenanalysen (Hauptkomponentenanalyse, PCA) durchgeführt. Die interne Skalenkonstanz wurde durch Reliabilitätsanalysen überprüft. Die Durchführung und Interpretation der Verfahren folgte hierbei den Empfehlungen von BORTZ²²⁰, DE VELLIS²⁶¹ und CRONBACH²⁶².

Bei der Überprüfung der Validität der Beschwerdenliste nach von Zerssen bei Verwendung eingebettet in den vorliegend beschriebenen Fragebogen ergab sich für den Summenindex eine hohe methodische Tauglichkeit. In der Faktorenanalyse bestätigte sich die eindimensionale Struktur der 24 Items. Der erste Faktor erklärte bei den Landwirten 37,8% der Varianz, was bei der Verdichtung von 24 Einzelitems als guter Wert gelten kann. Für die Eichstichprobe betrug der entsprechende Wert 28,4%. Im Kollektiv der Landwirte wie auch in der Eichstichprobe erreichten alle Einzelitems eine Faktorladung von <0.3. Auch im Hinblick auf die Reliabilität ergab sich bei den Landwirten mit einem Wert von 0.92 (Cronbach's alpha) eine gute Skalentauglichkeit. Der entsprechende Wert wurde für die Eichstichprobe mit 0.9 (Spearman-Brown) angegeben.

Die übrigen Inhalte des Fragebogens zur Erfassung der Belastungen und Beanspruchungen der Landwirte wurden zum Teil deskriptiv, ansonsten bi- und multivariat ausgewertet. Einige Variablen wurden aufgrund der Vielfalt der Angaben kategorisiert betrachtet. Zur Charakterisierung der landwirtschaftlichen Betriebe wurden in der Regel eigene Kategorien gebildet, statt die Definitionen des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) zu verwenden, wie sie z.B. für die Buchführungsergebnisse Verwendung finden.²⁶³ Im Hinblick auf die Betriebsformen wurde ausschließlich in "Nutztierhaltung" und "Pflanzenbau" unterschieden (vgl. Tabelle A15 im Anhang). Die Produktionsweise wurde von den Studententeilnehmern selbst den Kategorien "konventionell – integriert/vermischt – ökologisch" zugeordnet. Nur wenn sowohl Nutztierhaltung als auch Pflanzenbau als konventionell bzw. ökologisch eingestuft wurde, wurde der Betrieb der jeweiligen Kategorie zugeordnet, alle anderen Fälle als integrierte/vermischte Produktionsweise klassifiziert.

Die Beschreibung der Betriebsgröße erfolgte analog der Kategorien des BMVEL, d.h. entsprechend der Zahl der Tiere bzw. der Größe der landwirtschaftlich genutzte Fläche. Für die Nutztierhaltung wurde hierbei ein "Viehindex" (Tabelle II-4.2.1) gebildet in Anlehnung an die im Bewertungsgesetz (BewG) definierten Vieheinheiten (VE), deren Grundlage der Futterbedarf der Tierarten ist²⁶⁴ (Tabelle A16 im Anhang).

Tierart	Pferd	Kuh	Schwein	Schaf	Ziege	Huhn	Pute	Ente	Gans	Hase
Viehindex	1	0,15		0,1				0,03		

Tabelle II-4.2.1: Die Variable "Viehindex" - gebildet in Anlehnung an die im BewG definierten Vieheinheiten (vgl. Tabelle A9 im Anhang)

Auch die Belastungen und Beanspruchungen wurden gruppiert, um eine sinnvolle Datenanalyse zu ermöglichen. Grundlage der Gruppierung war jeweils das Ergebnis einer Faktorenanalyse. Die im Fragebogen aufgeführten Belastungsarten ("Ursprungsvariablen") wurden so zu Belastungsfaktoren zusammengefasst (Tabelle A17 im Anhang).

- physikalische / klimatische Belastungen
- chemische Belastungen
- psychische Belastungen
- inhalative Belastungen
- Unfallgefahr
- körperliche Belastungen

Aus den möglichen Angaben zur Belastungsstärke wurde ein Score gebildet (maximal 100 Punkte), so dass die einzelnen Belastungsfaktoren – trotz der unterschiedlichen Anzahl von Ursprungsvariablen – miteinander verglichen werden konnten. Hierzu wurden neben den absoluten Scorewerte auch dichotomisierte Angaben verwendet, um eine unter- oder überdurchschnittliche Belastung zu beschreiben (unterdurchschnittlich: ≤ 50 Punkte, überdurchschnittlich: > 50 Punkte).

Hinsichtlich der Beanspruchungsparameter wurden aus den Ursprungsvariablen – gestützt auf eine Faktorenanalyse - Gruppen gebildet, die auf einzelne Organ- bzw. Funktionssysteme bezogen waren (Tabelle A18 im Anhang):

- Beschwerden von Seiten der Haut
- Beschwerden von Seiten der Atemwege
- Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Traktes
- Muskuloskelettale Beschwerden (Schwerpunkt Wirbelsäule)
- Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens
- Summenparameter: alle Beschwerdengruppen

Wie oben für die Belastungsparameter beschrieben, wurde auch hier ein Score gebildet (maximal 100 Punkte), die Grenze für die dichotomisierte Auswertung (unter- oder überdurchschnittliche Beanspruchung) wurde jedoch für die einzelnen Gruppenparameter variabel beim jeweiligen Medianwert gezogen. Dieser lag, der Häufigkeit der Nennungen und der Beschwerdenstärke entsprechend, in der Regel weit unter 50 Punkte (Tabelle II-4.2.1):

Beschwerden: Gruppenparameter	Median	Mittelwert
Beschwerden von Seiten der Haut	5,56	8,14
Beschwerden von Seiten der Atemwege	0	8,18
Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Traktes	0	5,99
Muskuloskelettale Beschwerden (Schwerpunkt Wirbelsäule)	22,22	29,61
Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens	6,06	10,82
Alle Beschwerdengruppen: Gesamtindex	7,037	10,553

Tabelle II-4.2.1: Beschwerdengruppen – Median- und Mittelwerte

Unter den Variablen zur Erfassung der (Arbeits-)zufriedenheit und der persönlichen Einstellungen (Frage 8, vgl. Fragebogen (Tabelle A14 im Anhang) konnten in einer Faktorenanalyse vier Aussagenkomplexe ("semantische Bündel") beschrieben werden, die für die bi- und multivariaten Auswertungen Verwendung fanden (Tabelle A19 im Anhang):

- wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress
- Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit
- Niedriges Einkommen
- Angebundensein an Betrieb

II-4.3. Bi- und multivariate Analysen

Als mögliche Prädiktoren für Belastungen und Beanspruchungen wurde in den bi- und multivariaten Analysen eine Vielzahl von Variablen untersucht (Tabelle II-4.3.1).

Die genannten statistischen Analysen wurden unter Berücksichtigung der auf den Seiten 50-51 genannten Grundlagen in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. rer.sec. Matthias Nübling, Freiburger Forschungsstelle für Arbeits- und Sozialmedizin bzw. FB 14 Bergische Universität Wuppertal, unter Verwendung der Software SPSS® (Versionen 9 und 10) durchgeführt.

Soziodemographische Angaben	Alter
	Geschlecht
	Raucherstatus
	Stellung im Betrieb
	Durchschnittliche Wochenarbeitszeit
Hofcharakteristika	Betriebsform: Nutztierhaltung / Pflanzenbau
	Produktionsweise: konventionell – integriert/vermischt – ökologisch
	Betriebsfläche
	Viehindex
	Technische Ausstattung
	Rinderhaltung
	Schweinehaltung
	Pferdehaltung
	Ziegen-/Schafhaltung
	Geflügelhaltung
	Sonstige Tierhaltung
	Getreideanbau (Getreide, Mais, Raps)
	Anbau von Bodenfrüchten (Kartoffeln, Zuckerrüben)
	Obstanbau
	Bewirtschaftung von Wiesen / Weiden / Brachen
	Beeren-/Gemüseanbau
	Weinbau
Tätigkeiten der Befragten dichotomisiert: häufig - nicht-häufig	Kuhstall
	Schweinestall
	Geflügelstall
	Arbeit mit Futtermitteln
	Arbeit mit Pflanzenschutzmitteln
	Arbeit mit anderen Chemikalien
	Maschinelle Feldarbeit
	Manuelle Feldarbeit
	Reparaturarbeiten
	Verkauf
	Haushalt – Kinder
Persönliche Einstellung der Befragten (gruppiert entsprechend Ergebnis der Faktorenanalyse)	Wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress
	Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit
	Niedriges Einkommen
	Angebundensein an Betrieb

Tabelle II-4.3.1: Übersicht: untersuchte Prädiktoren für Belastungen und Beanspruchungen in den bi- und multivariaten Analysen

II-4.4. Zahl der Fragebögen

Insgesamt wurden n=93 Hofbögen und n=170 Personenbögen von den angeschriebenen n= 316 Betrieben zurückgeschickt. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 29,4% bezogen auf die Zahl der Hofbögen. Hofbögen ohne Personenbögen (n=2) wurden von der Analyse ausgeschlossen, so dass letztlich n=91 Hof- und n=170 Personenbögen zur Verfügung standen.

Kapitel III - Ergebnisse

III-1. Überblick: Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen

Die Ergebnisse der drei Untersuchungskomplexe werden nachfolgend getrennt dargestellt und jeweils direkt im Anschluss interpretiert. Bei der Darstellung der Studienergebnisse stehen hierbei jeweils beruflich bedingt erhöhte Infektionsrisiken bzw. Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft im Vordergrund, wobei mit Blick auf die mit Zecken assoziierten Erkrankungen Forstwirte und Waldarbeiter ebenfalls als exponierte Berufsgruppe betrachtet werden. Im Bereich der zeckenbedingten Erkrankungen werden ergänzend auch die mit Freizeitaktivitäten assoziierten Infektionsrisiken dargestellt, da diese z.B. bei der gutachterlichen Beurteilung der möglichen beruflichen Verursachung einer Borreliose oder FSME berücksichtigt werden müssen. Die Ergebnisse der Erfassung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe werden vornehmlich deskriptiv dargestellt, ergänzt durch vergleichende Analysen hinsichtlich z.B. der Verwendung verschiedener Einstreumaterialien im Bereich der Pferdehaltung oder Haltungsbedingungen bei der Legehennenhaltung (Bodenhaltung vs. Käfighaltung). Bei der Vorstellung der Studienergebnisse aus der Befragung der Beschäftigten in der Landwirtschaft gilt das Hauptaugenmerk der Analyse von möglichen Einflussfaktoren auf die angegebenen Belastungen und Beanspruchungen. Vertiefende Analysen hinsichtlich weiterer erfragter Parameter (v.a. im Bereich der persönlichen Einstellungen und der Arbeitszufriedenheit) werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht dargestellt.

III-2. Epidemiologische Untersuchungen zu zeckenbedingten Erkrankungen

III-2.1. Epidemiologische Studien am Menschen

Die Darstellung der einzelnen Untersuchungen erfolgt vor dem Hintergrund, dass der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit im Bereich der Landwirtschaft liegt. Die Ergebnisse, die im Rahmen der einzelnen Studien auch für Beschäftigte der Forstwirtschaft gewonnen werden konnten, sollen aus diesem Grund nur kurz vorgestellt und diskutiert werden. Ebenso wird auch auf die Ergebnisse der Untersuchungen nur kurz eingegangen, deren Ziel die Erfassung möglicher Infektionsrisiken in Region mit bislang unbekannter FSME- oder Borreliose-Inzidenz war. Da der allgemeinen Beschreibung möglicher Risikofaktoren für Zeckenstiche auch für die Betrachtung der Infektionsgefahren in der Landwirtschaft Bedeutung zukommt, wird auf die entsprechenden Analysen ausführlicher eingegangen.

Allgemein ist anzumerken, dass den Studienteilnehmern die Fragestellung der Untersuchung bekannt war, was zu einer Verzerrung der Ergebnisse im Sinne eines Selektionsbias führen könnte. Hierbei ist eine Überschätzung des Infektionsrisikos (Probanden nehmen aufgrund früherer Zeckenstiche an der Untersuchung teil) oder Unterschätzung (Personen mit bekannter zurückliegender Infektion nehmen nicht teil) denkbar. Diese Fehlermöglichkeit ist jedoch bei der nachfolgenden Beschreibung von Risikofaktoren und relativen Risiken in der vergleichenden Betrachtung altersstandardisierter Kollektive mit verschiedenen Expositionen als gering einzuschätzen.

III-2.1.1. Querschnittstudie Südbaden

Über die altersstandardisierte Erfassung von Probanden aus den drei Expositionsgruppen (“oft (auch beruflich)” – “häufig in Freizeit” – “(sehr) selten in Freizeit”) konnten n=576 Personen in die Studie eingeschlossen werden, die den Gruppen “Forstwirtschaft” – “Freizeitexposition” und “keine Exposition” angehörten. Aufgrund der Art der Probandenrekrutierung (vgl. S.57) lässt sich die sog. Response Rate der Studienteilnehmer nicht angeben. Nach Altersstandardisierung (eingeschlossen wurden Personen im Alter zwischen 18-49 Jahren) standen aufgrund fehlender serologischer Ergebnisse bzw. Angaben im Fragebogen unterschiedlich große Kollektive für die einzelnen Analysen zur Verfügung; für die Bestimmung der Anti-FSMEV-Seroprävalenz mussten zusätzlich gegen FSME geimpfte Probanden von der Analyse ausgeschlossen werden (Tabelle III-2.1.1.1).

Untersuchung der	Anti-FSMEV-Seroprävalenz	Anti-B.b.-Seroprävalenz	Prädiktoren für erhöhtes Zeckenstichrisiko
Forstwirtschaft	N=114	N=199	N=197
Freizeitexposition	N=177	N=181	N=176
Keine Exposition	N=170	N=170	N=170

Tabelle III-2.1.1.1: Querschnittstudie Südbaden: Untersuchungskollektive für die einzelnen Fragestellungen

Die Bestimmung von Antikörpern gegen FSME-Virus erfolgte mittels ELISA, wobei der cut-off für einen positiven Befund zum Untersuchungszeitpunkt bei 120 VIEU/ml lag. Auf der Grundlage dieser Testcharakteristika waren n=13 Befunde positiv, n=448 Seren gingen mit negativen oder grenzwertigen Testreaktionen einher.

In der bivariaten Analyse wurde die Zugehörigkeit zu einer der drei genannten Expositionsgruppen als Prädiktor mit signifikantem Einfluss auf eine erhöhte Anti-FSMEV-Seroprävalenz deutlich. Die Seroprävalenz betrug in den einzelnen Gruppen: 5,3% (Forstwirte), 2,8% (Freizeitexposition) und 1,2% (keine Exposition). In die Betrachtung möglicher Prädiktoren im multivariaten Modell (logistische Regression) wurden die Faktoren Wohndauer in der Region, Dauer der beruflichen Exposition und Zugehörigkeit zu einer Expositionsguppe eingeschlossen. Deutlich wurde, dass für Personen, die keine besondere Exposition angaben, ein geringes Basisrisiko für einen Kontakt mit dem FSME-Virus besteht. Dieses ist von der Wohndauer im Endemiegebiet unbeeinflusst. Für die Probanden mit Freizeitexposition war mit steigender Expositionsdauer (Wohndauer im Endemiegebiet) eine ansteigende Wahrscheinlichkeit für eine FSMEV-Infektion zu beobachten. Bei Beschäftigten aus dem Bereich der Forstwirtschaft ließ sich ein verstärkter Zusammenhang feststellen: längere berufliche Exposition und längere Wohndauer führten zu einem deutlich erhöhten Infektionsrisiko (Abb. III-2.1.1.1).

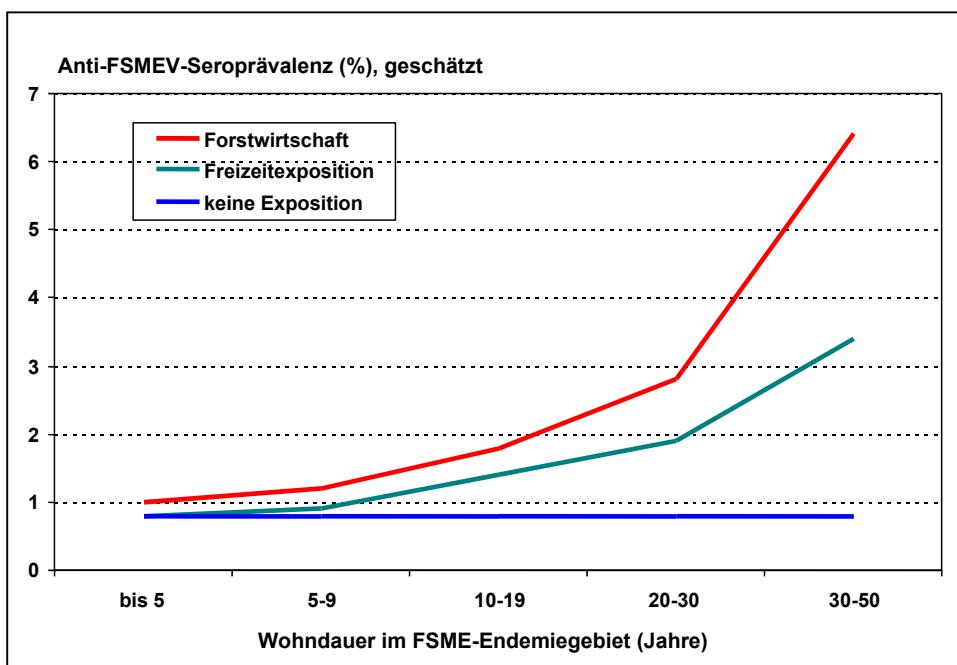


Abbildung III-2.1.1.1: Geschätzte Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei Angehörigen verschiedener Expositionsgруппen in Abhängigkeit von der Wohndauer im FSME-Endemiegebiet, n=447 (n=17 k. Angabe zu Wohndauer)

Zur Bestimmung von gegen Borrelia burgdorferi gerichteten Antikörpern wurde zunächst ein ELISA-Verfahren verwendet. Mit diesem ergab sich eine Seroprävalenz von 17,4%, wobei sich Antikörper bei 30,7% der Beschäftigten der Forstwirtschaft, 13,3% der Freizeitexponierten und 6,4% der Personen ohne Exposition nachweisen ließen. Der Unterschied in der Seroprävalenz bei Forstwirte im Vergleich zu freizeitexponierten und nicht-exponierten Personen war signifikant ($p<0,001$).

Während der Schlussphase der vorgestellten Studie wurde deutlich, dass der verwendete ELISA mit einem sehr hohen Anteil falsch-positiver Reaktionen verbunden war, verglichen mit einem Test hoher Spezifität – in unserem Fall dem Immunfluoreszenztest. Zur möglichst exakten Quantifizierung der Infektionsrisiken wurden in der Folge alle noch verfügbaren Seren mit einem nicht-negativen ELISA-Befund im IFT untersucht. Hierbei konnten nur 33,7% der ELISA-Befunde bestätigt werden. Die Seroprävalenz im Gesamtkollektiv sank entsprechend von 18,5% (ELISA) auf 6,2% (IFT). Da mittlerweile die unter Punkt III-2.1.2 beschriebene Substudie Landwirte in Südbaden abgeschlossen war, konnte die Analyse von Prädiktoren für ein erhöhtes Borrelien-Infektionsrisiko auf der Basis eines neuen Kollektivs aus Forstwirten, Landwirten, freizeit- und nicht-exponierten Personen analysiert werden. Hierzu wurden – um die in beiden Studien erfassten Probandengruppen anzugeleichen – altersstandardisierte gewichtete Kollektive gebildet, wobei eine Altersspanne von 18-49 Jahren und eine Fallzahl von n=120 Personen pro Expositionsguppe erreicht wurde. Hier betrug die Anti-B.b.-Seroprävalenz (IFT) für Forstwirte 13,35%, für Freizeitexponierte 3,69% und für Probanden ohne besondere Zeckenexposition 1,75%. Die Analyse möglicher Prädiktoren für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko wird im nächsten Absatz zusammen mit den Daten aus der Landwirte-Studie dargestellt (Abb. III-2.1.2.5).

Von Interesse war es, mögliche Risikofaktoren für Zeckenstiche darzustellen, wobei dies auf der Basis der angegebenen Ein-Jahres-Prävalenz für Zeckenstiche von 43% (n=545) erfolgte. In der bivariaten Analyse zeigte sich unter anderem ein signifikanter Einfluss des Geschlechts, der Zugehörigkeit zur Expositionsguppe “Forstwirtschaft”, der Jahre in einer exponierenden Tätigkeit (Forstwirt, Waldarbeiter) oder in verschie-

denen mit Exposition einhergehenden Berufen sowie der Ausübung verschiedener Hobbies (Tabelle III-2.1.1.2).

Soziodemographische Daten	Männer (52%) > Frauen (29%) ***
	mehr als zwei Geschwister**
Exposition	Forstw. (73%) > Freizeit (40%) > k. Expo (12%) ***
	Jahre als Forstwirt ***
	Jahre als Waldarbeiter***
	Jahre mit exponierten Tätigkeiten ***
Hobbies	Beeren / Pilze sammeln (59%)***
	Jagd (79%)***
	Kein Fahrradfahren (50%)*
	Arbeit im eigenen Garten (50%)*
	Waldlauf / Wandern (50%)***
	Milch direkt beim Bauern holen***
	Anzahl exponierender Hobbies***

Tabelle III-2.1.1.2: Prädiktoren für eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen - Ergebnis der bivariaten Analyse, nur Prädiktoren mit signifikantem Einfluss (*: p<0.05, **: p<0.01, *: p<0.001)**

Im multivariaten Modell (logistische Regression) stellten sich neben der Zugehörigkeit zu einer der drei Expositionsguppen die Zahl der angegebenen Hobbies sowie die Höhe des Wohnorts als Prädiktoren mit signifikantem Einfluss auf die Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen heraus (n=543; $\chi^2=222,597$; df=4; p<0,001) (vgl. Zusammenfassung A20 im Anhang) (Abb. III-2.1.1.2).

Die Grenze für die Höhe des Wohnorts war bei 700m NN festgelegt worden, da in der Literatur beschrieben wird, dass FSME-Fälle oberhalb dieser Höhe nur selten vorkommen. Entgegen dieser Berichte wurde im vorliegend untersuchten Kollektiv allein ein Effekt der Höhe des Wohnortes auf die Zeckenstichhäufigkeit beschrieben – ein Einfluss auf die Anti-FSMEV- oder Anti-B.b.-Seroprävalenz ließ sich auf der Basis der vorgestellten Daten nicht beschreiben.

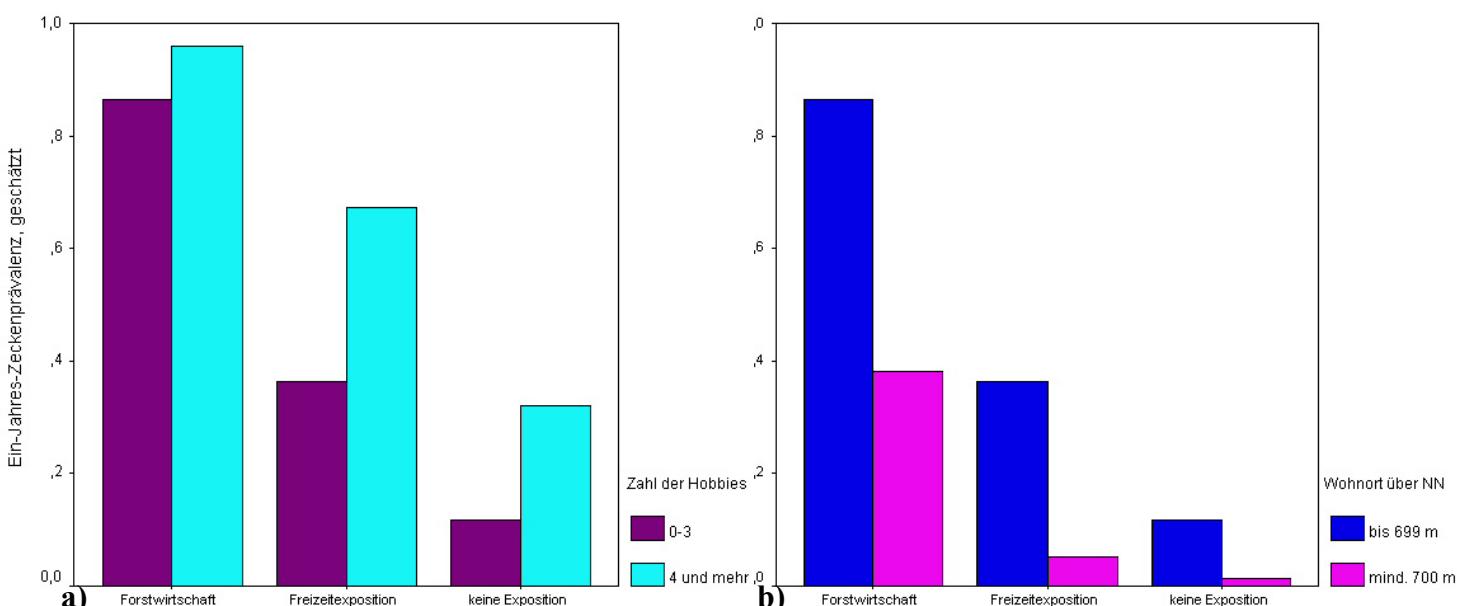


Abbildung III-2.1.1.2: Geschätzte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen in den drei Expositionsguppen in Abhängigkeit von der Zahl der ausgeübten Hobbies (a) oder von der Höhe des Wohnortes (b) – Ergebnis der multivariaten Analyse; Forstwirtschaft n=197, Freizeitexposition n=176, keine Exposition n=170.

III-2.1.2. Substudie Landwirte in Südbaden

Von den angeschriebenen 1.000 landwirtschaftlichen Betrieben nahmen n=322 Personen im Alter zwischen 11 und 69 Jahren an der Untersuchung teil (Response Rate: 32,2%). Die Altersgrenzen des Untersuchungskollektivs wurden entsprechend dem Eintritt in das Erwerbsleben bzw. das Rentenalter bei 17 und 63 Jahren gezogen, so dass für die Analysen Fragebogendaten und Serum von n=316 Probanden zur Verfügung standen. Aufgrund der Mitgliederstruktur des BLHV handelte es sich hierbei v.a. um Männer (87,3% vs. 12,7% Frauen) im mittleren Alter (30-45 Jahre). Der Anteil der gegen FSME-geimpften Personen war in den einzelnen Altersgruppen unterschiedlich, er lag mit 22,5% im Gesamtkollektiv allgemein recht hoch (Abb.-2.1.2.1).

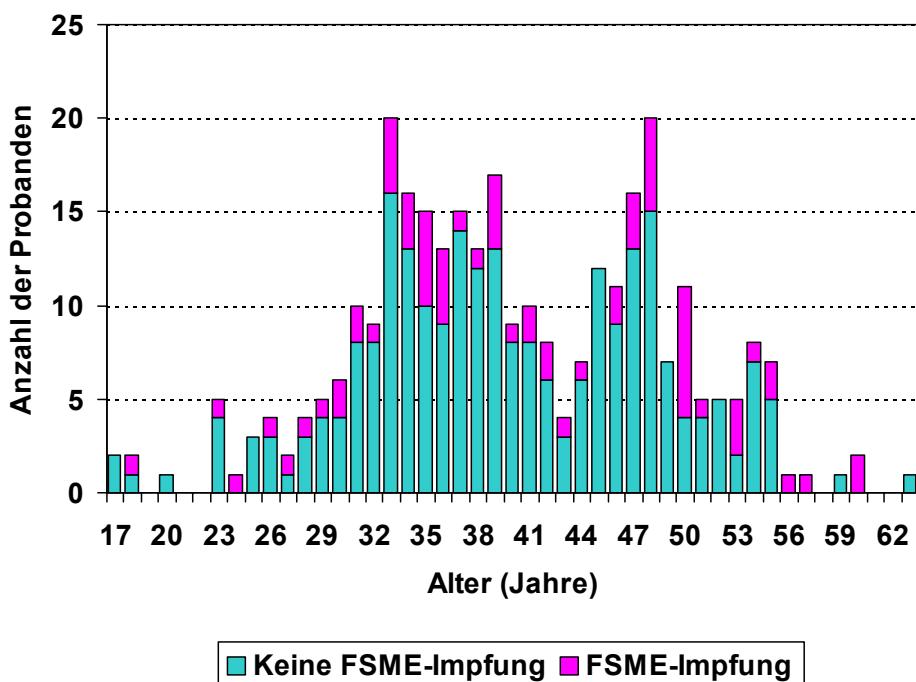


Abbildung III-2.1.2.1: Stichprobe der Studie zu zeckenbedingten Erkrankungen bei Landwirten – gegen FSME und nicht-geimpfte Probanden

Durchschnittlich waren die Befragten seit 22,4 Jahren in der Landwirtschaft tätig; die mittlere Wochenarbeitszeit betrug 44,8 Stunden. Neben der Tätigkeit in der Landwirtschaft arbeiteten 3 Personen zugleich oder früher als Forstwirt (0,9%), 47 als Waldarbeiter (14,9%) und 46 im Gartenbau (14,6%). Die durchschnittliche Betriebsgröße lag bei 33,4 ha, wobei die meisten Betriebe zwischen 6 und 30 ha bewirtschafteten. In der Regel handelte es sich der landwirtschaftlichen Struktur in Südbaden entsprechend um Mischbetriebe, wobei auf 57% der Höfe Ackerbau, auf 32,0% Obstbau und auf 44,9% Weinbau betrieben wurde. Gemüse wurde in 9,5% der Betriebe angebaut. Zu 53,5% der Betriebe gehörte Wald, Wiese bzw. Weide zu 63,3% und stillgelegte Flächen zu 20,3% der erfassten Höfe. 58,9% der Betriebe arbeiteten nach eigenen Angaben “konventionell”, 27,8% “vermischt” und 12,0% “biologisch”.

Neben dem Nachweis spezifischer Antikörper wurde die Zeckenstichhäufigkeit zur Beschreibung des FSMEV- und B.b.-Infektionsrisikos analysiert. Zurückliegende Zeckenstiche (Lebenszeitprävalenz) gaben 63,6% der Studienteilnehmer an, wobei mehr als die Hälfte der Probanden im zurückliegenden Jahr keine Zeckenstiche bemerkten. Unter den n=113 Probanden, die Zeckenstiche für das letzte Jahr angegeben, hatten die meisten bis zu 10 Stiche bemerkt (Abb. III-2.1.2.2).

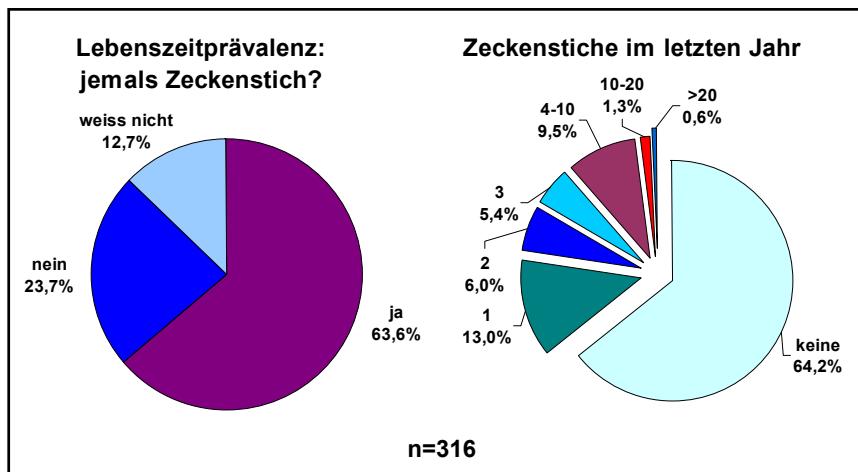


Abbildung III-2.1.2.2:
Zeckenstichhäufigkeit:
Lebenszeitprävalenz und
Ein-Jahres-Prävalenz bei
den befragten
Landwirten

In der bivariaten Analyse konnten eine Reihe von Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen differenziert werden (Tabelle III-2.1.2.1), wobei unter den soziodemographischen Faktoren auffiel, dass Frauen signifikant häufiger zurückliegende Zeckenstiche angaben als Männer. Dieser Befund steht nicht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer – eigener wie auch von anderen Autoren durchgeführten – Untersuchungen. Vermutlich ist dies darauf zurückzuführen, dass sich unter den wenigen teilnehmenden Frauen viele Probandinnen befanden, die aufgrund häufiger Zeckenstiche oder zurückliegender Erkrankungen sensibilisiert für die Fragestellung waren.

Soziodemographische Daten	Frauen (82,5%) > Männer (60,9%) ** Höheres Alter **
Exposition	Jahre landwirtschaftlicher Tätigkeit *** Dauer einer zusätzlichen Tätigkeit als Walddarbeiter *** Dauer der Tätigkeit in einem exponierten Bereich (Land-, Forstwirtschaft und/oder Gartenbau) ***
Hofcharakteristika	Bewirtschaftungsform: biologisch (81,6%) > vermischt (70,5%) > konventionell (56,5%)
Hobbies	Beeren / Pilze sammeln (81,8%)** Arbeit im eigenen Garten **

Tabelle III-2.1.2.1: Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen - Ergebnis der bivariaten Analyse, nur Prädiktoren mit signifikantem Einfluss (*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)

Hinsichtlich der beruflich bedingten Zeckenexposition wurde für das vorliegend erfasste Kollektiv deutlich, dass einerseits die Dauer der Tätigkeit in der Landwirtschaft, andererseits jedoch auch die (zusätzliche) Beschäftigung in anderen exponierten Bereichen (Forstwirtschaft, Gartenbau) mit der häufigeren Angabe zurückliegender Zeckenstiche verbunden war. Der stärkste Einfluss in dieser Hinsicht schien der zusätzlichen Tätigkeit als Walddarbeiter zuzukommen: Personen mit sicherer Zeckenstichanamnese arbeiteten in diesem Bereich signifikant länger entsprechend nicht von Zecken gestochene Probanden (Abb. III-2.1.2.3).

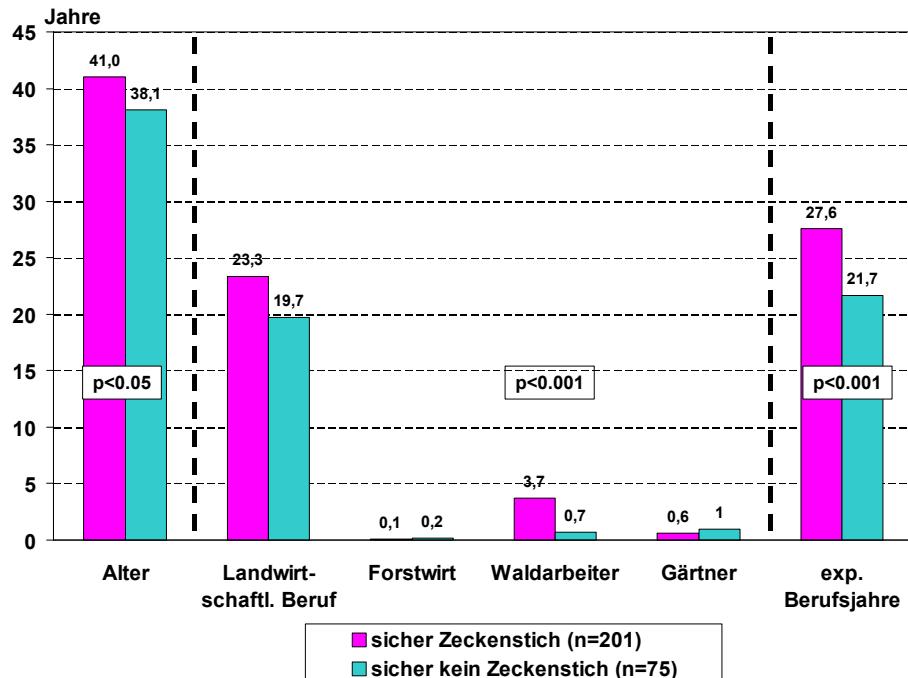


Abbildung III-2.1.2.3: Ergebnis der bivariaten Analyse: Einfluss des Lebensalters und der Jahre der beruflichen Tätigkeit auf die Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen

Auch für die Hofcharakteristika ließ sich in der bivariaten Analyse ein Einfluss auf die Zeckenstich-Lebenszeitprävalenz beschreiben: die Beschäftigten auf ökologisch ausgerichteten Höfen gaben häufiger zurückliegende Zeckenstiche an als die Landwirte auf vermischt oder konventionell bewirtschafteten Betrieben. Unter den Freizeitgewohnheiten waren allein „Beeren/ Pilze sammeln“ und „Arbeit im eigenen Garten“ von Bedeutung. Der Einfluss des Hobbys „Jagd“ auf eine positive Zeckenstichanamnese war im Kollektiv der Landwirte knapp nicht signifikant (Jäger – 80%, Nicht-Jäger – 61,9%; $p=0,05$).

Zur Bestimmung der Anti-FSMEV-Seroprävalenz wurden die gegen FSME und Gelbfieber geimpften Probanden von der Analyse ausgeschlossen. Hierdurch reduzierte sich das Kollektiv auf $n=245$ Probanden. Anti-FSMEV-Antikörper wurden hier nur bei $n=2$ Probanden sicher positiv nachgewiesen, was einer Seroprävalenz von (0,8%) entsprach. Diese Zahl bildete sicherlich nicht das FSMEV-Infektionsrisiko der Landwirte ab, sondern war vor allem begründet durch den hohen Anteil von gegen FSME geimpften Probanden im untersuchten Kollektiv. Der Stellenwert dieses Faktors wird besonders deutlich durch die Ergebnisse der bivariaten Analyse möglicher Prädiktoren für eine erhöhte Impfbereitschaft (vgl. Tabelle A21 im Anhang). Hierbei stellte sich heraus, dass die Entscheidung zur Impfung der subjektiv empfundenen Exposition zu folge schien in dem Sinne, dass v.a. Besitzer größerer landwirtschaftlicher Betriebe mit einem geringen Weinbau- aber einem hohen Wiesen-/Weiden- und v.a. Waldanteil gegen FSME geimpft waren. Auch gaben die geimpften Probanden signifikant häufiger eine zurückliegende Borreliose, frühere Zeckenstiche und mehr Zeckenstiche im letzten Jahr an. Die Durchimpfungsquote stieg mit der Zahl der für das zurückliegende Jahr angegebenen Zeckenstiche signifikant an (vgl. Abbildung A22 im Anhang).

Die geschilderten Faktoren führten – so ist zu vermuten – zu einer Verzerrung bei der Abbildung des FSMEV-Infektionsrisikos. Aus diesem Grund wird dieses nachfolgend nicht weiter betrachtet.

Zur Bestimmung von Antikörpern gegen Borrelia burgdorferi wurde in der vorliegenden Untersuchung allein der Immunfluoreszenztest verwendet. Nach Ausschluss unspezifischer Bindung durch Vorabsorption an Reiterspirochäten reagierten 14 der 316 Seren in der Verdünnung 1:32 (grenzwertige Reaktion), bei n=17 Seren (5,4%) konnten spezifisch bindende Antikörper in Verdünnungsstufen > 1:32 nachgewiesen werden (positive Reaktion). Beide Gruppen zusammengenommen, ergab sich eine Anti-B.b.-Seroprävalenz von 9,8% im Gesamtkollektiv.

In der bivariaten Analyse wurden soziodemographische wie auch Faktoren aus der Berufsbiographie als mögliche Prädiktoren für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko differenziert, wobei dichotomisiert in anti-B.b.-seronegative (< 1:64) und –seropositive ($\geq 1:64$) Probanden unterschieden wurde.

Vergleichbar mit der oben von den weiblichen Probanden angegebenen höheren Zeckenstichhäufigkeit war die Anti-B.b.-Seroprävalenz bei Frauen signifikant höher als unter den männlichen Probanden. Seropositive Probanden waren durchschnittlich älter und wohnten entsprechend länger in der untersuchten Region. Der mögliche Einfluss einer berufsbedingten Exposition wurde darin deutlich, dass seropositive Probanden signifikant länger in der Landwirtschaft, länger zusätzlich in der Forstwirtschaft oder generell länger in exponierten Berufen gearbeitet hatten als seronegative Studienteilnehmer (Abb. III-2.1.2.4).

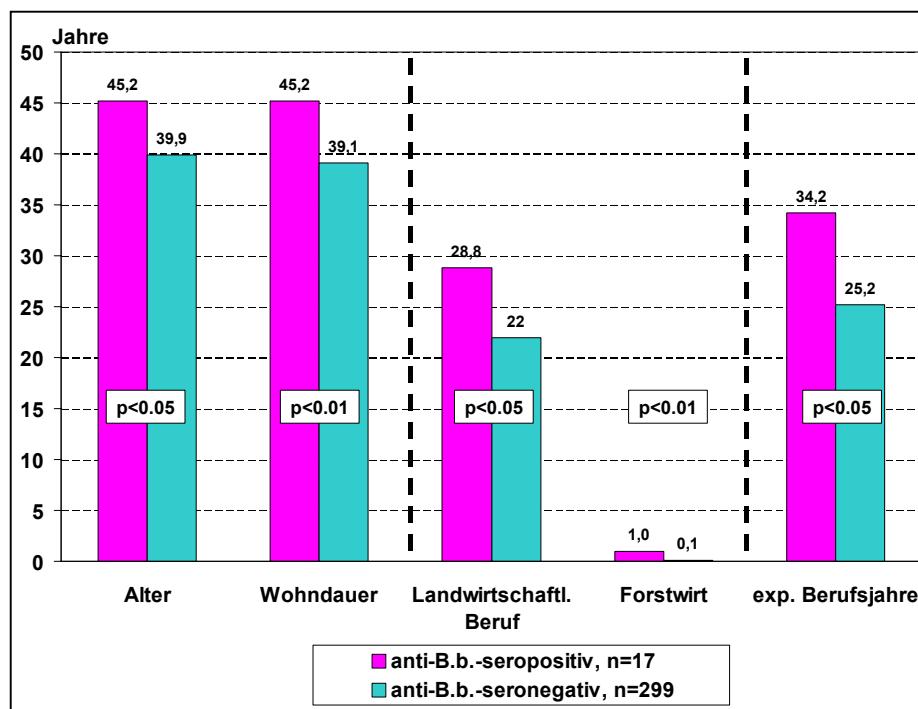


Abbildung III-2.1.2.4: Ergebnis der bivariaten Analyse: Unterschiede im Lebensalter und in den Jahren der beruflichen Tätigkeit zwischen anti-B.b.-seropositiven und –negativen Probanden.

Die biologische Hofbewirtschaftung resultierte in der bivariaten Analyse als weiterer möglicher Prädiktor für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko. Es zeigte sich jedoch weder für einzelne Freizeitgewohnheiten noch für die angegebene Häufigkeit und Zahl von Zeckenstichen ein signifikanter Zusammenhang. Einzig unter den Probanden mit zurückliegender Borreliose fand sich eine signifikant höhere Anti-B.b.-Seroprävalenz als unter den Personen ohne entsprechende Krankheitsanamnese (Tabelle III-2.1.2.2).

Soziodemographische Daten	Frauen (15%) > Männer (4,0%) **
	Alter: seropositiv: 45,2 Jahre – seronegativ: 39,9 Jahre*
	Wohndauer in Region: seropositiv: 45,2 Jahre – seronegativ: 39,1 Jahre **
Exposition	Jahre als Landwirt *
	Jahre in der Forstwirtschaft **
	Jahre in exponierten Berufen *
Hofcharakteristika	Bewirtschaftungsform: biologisch (16%) > vermischt (5,9%) > konventionell (3,7%) *
Frühere Erkrankungen	Borreliose (18%) – keine Borreliose (4,7%) *

Tabelle III-2.1.2.2: Prädiktoren für eine erhöhte Seroprävalenz von Antikörpern gegen Borrelia burgdorferi (IFT) - Ergebnis der bivariaten Analyse, nur Prädiktoren mit signifikantem Einfluss (*: p<0,05, **: p<0,01)

Die im Rahmen der Untersuchung an Landwirten gewonnenen Daten konnten wie oben geschildert mit den in der Querschnittsstudie Südbaden erhobenen Befunde verglichen werden. Da innerhalb der letzteren ein altersstandardisiertes Kollektiv (Zielgröße: n=160 pro Expositionsguppe) erfasst worden war, wurde ein solches durch Wichtung der Daten aus der Landwirte-Befragung erzeugt, wobei zur Angleichung beider Studienkollektive eine Altersbeschränkung auf den Bereich 18-49 Jahre vorgenommen werden musste. Aus n=267 Landwirten, n=199 Forstwirten, n=181 freizeitexponierten und n=170 nicht-exponierten Probanden wurde derart eine gewichtete Stichprobe mit n=120 Personen pro Expositionsguppe gebildet. Die Anti-B.b.-Seroprävalenz im altersstandardisierten Landwirte-Kollektiv betrug 7,9% und lag damit zwischen der Häufigkeit eines stattgehabten Borrelienkontaktes unter Forstwirten (bei Wichtung auf n=120: 13,4%) und der für freizeitexponierte Personen festgestellten Durchseuchung (gewichtet auf n=120: 3,7%). Bei der Analyse möglicher Prädiktoren für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko im multivariaten Modell, ließ sich mittels logistischer Regression ein signifikanter Einfluss allein für die Faktoren Lebensalter bzw. Wohndauer in der Region sowie die berufliche Exposition beschreiben (Abb. III-2.1.2.5).

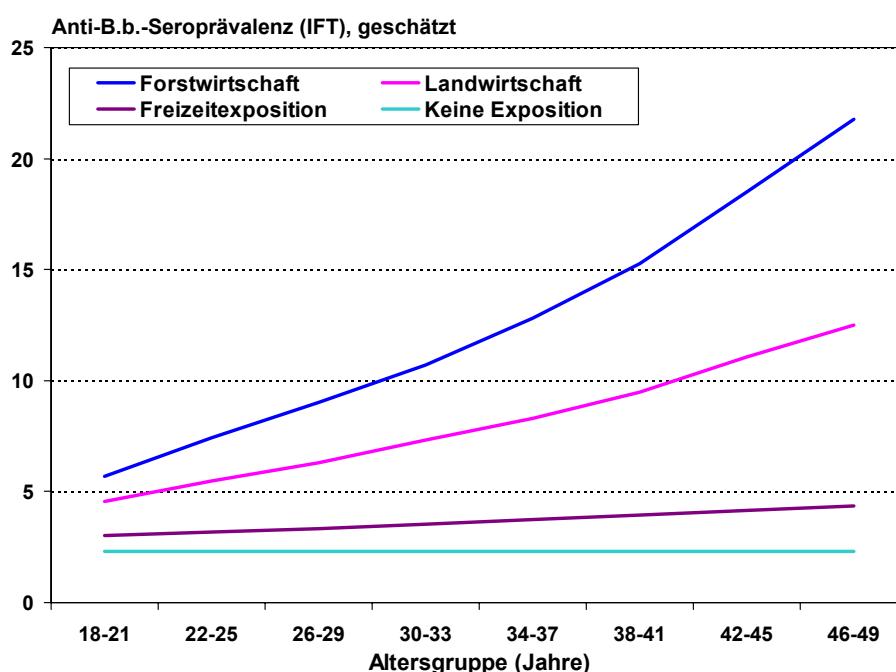


Abbildung III-2.1.2.5: Geschätzte Anti-B.b.-Seroprävalenz bei Angehörigen unterschiedlicher Expositionsgruppen, Einfluss des Lebensalters. Altersstandardisierte, gewichtete Kollektive, n=120, Alter 18-49 Jahre.

Wie schon für das Kollektiv der Querschnittstudie (d.h. ohne Landwirte) gezeigt, scheint für die nicht beruflich exponierte Allgemeinbevölkerung ein Basisrisiko für die Exposition gegenüber zeckenbedingten Krankheitserregern zu bestehen. Die Wahrscheinlichkeit für den stattgehabten Kontakt mit einer Erreger-haltigen Zecke wird durch ein höheres Alter und/oder Freizeitaktivitäten in der freien Natur kaum modifiziert. Bei beruflich exponierten Personen nimmt die Wahrscheinlichkeit einer zurückliegenden B.b.-Infektion mit dem Alter, d.h. mit der Dauer der Berufstätigkeit, zu.

Von Interesse war, innerhalb des Landwirtekollektivs mögliche Prädiktoren für eine erhöhte Zeckenstich- und Anti-B.b.-Seroprävalenz zu beschreiben. Hierzu wurden mittels logistischer Regressionsanalyse multivariate Modelle gebildet, in die zur Erklärung einer erhöhten Zeckenstichwahrscheinlichkeit die Faktoren „Geschlecht“, „Dauer einer zusätzlichen Tätigkeit als Waldarbeiter“ und „Produktionsweise des Betriebs“ (ökologisch oder konventionell) Eingang fanden. Im Hinblick auf die Anti-B.b.-Seroprävalenz ließen sich die Faktoren „Alter“ und „Zahl der Zeckenstiche im letzten Jahr“ differenzieren. Allerdings wiesen die Werte des Nagelkerkes R^2 in beiden Modellen darauf hin, dass mit dem Ergebnis der multivariaten Analyse nur ein geringer Anteil der Unterschiede in der Anti-B.b.-Seroprävalenz bzw. der Zeckenstichhäufigkeit aufgeklärt werden konnte: Nagelkerkes R^2 betrug im Modell zur Erklärung einer erhöhten B.b.-Seroprävalenz nur 0,09, im Modell zur Erklärung der Zeckenstichhäufigkeit lag der Wert bei 0,15 (vgl. Zusammenfassung A23a und A23c, Abbildung A23b und A23d im Anhang).

Dies bedeutet, dass das für die Berufsgruppe der Landwirte beschriebene hohe Risiko für Zeckenstiche bzw. B.b.-Infektionen kaum durch einzelne Risikofaktoren beeinflusst wird, sondern allgemein für alle in der Landwirtschaft tätige Personen anzunehmen ist.

III-2.1.3. Fall-Kontroll-Studie - FSME

In die Teilnahme an der Untersuchung willigten alle angefragten n=54 FSME-Patienten ein sowie n=246 zufällig ausgewählte Kontrollen. Für die Kontrollpersonen kann keine Response Rate angegeben werden, da nicht dokumentiert wurde, wie viele der zufällig angesprochenen unfallchirurgischen Patienten nicht in die Untersuchung einwilligten. Geimpfte Kontrollprobanden wurden von der Untersuchung ausgeschlossen. Das Matching der Kontrollen zu den FSME-Patienten erfolgte im Verhältnis 3:1 nach Geschlecht und Alter (± 2 Jahre, bei 8 Kontrollen ± 5 Jahre). Für die Analyse verblieben 50 Patienten und 150 zugehörige Kontrollpersonen. Da von einem FSME-Patienten keine Angaben zur Berufsbiographie vorlagen, standen zur Analyse hinsichtlich des berufsbedingten FSME-Erkrankungsrisikos die Angaben von n=49 Patienten und entsprechend n=147 Kontrollen zur Verfügung.

Wie beschrieben, wurden Berufe aus dem Bereich Forst- und Waldwirtschaft, Landwirtschaft und Gartenbau als mit möglicher Zeckenexposition einhergehend gewertet. Der Anteil von Angehörigen dieser Berufe unter den 150 Kontrollpersonen betrug 7,5% und entsprach damit etwa dem Anteil in der erwerbstätigen Allgemeinbevölkerung der untersuchten Region. Unter den FSME-erkrankten Personen lag der Anteil dagegen mit 26,5% (13/49) signifikant höher (OR = 4.5 (95% C.I. 1.8; 10.8)) (Abb. III-2.1.3.1).

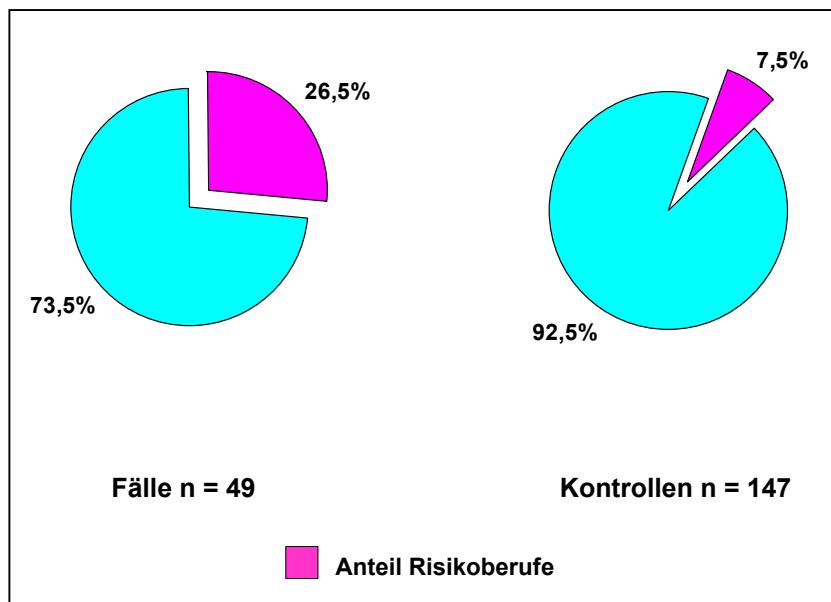


Abbildung III-2.1.3.1: Anteil der Risikoberufe unter FSME-Patienten und Kontrollen, OR=4.5 (95% C.I. 1.8; 10.8)

Bei der Betrachtung der Bedeutung einzelner Berufe wurde deutlich, dass in der Land- und Forstwirtschaft tätige Personen überproportional häufig unter den FSME-Patienten vertreten waren. Bei Vorliegen einer Zufallsverteilung wäre aufgrund des Matching im Verhältnis 1:3 ein Anteil von jeweils 25% der erkrankten Personen an den einzelnen Berufsgruppen zu erwarten gewesen. Abweichend hiervon fanden sich jedoch 5 der insgesamt 12 Landwirte und 8 der insgesamt 12 Beschäftigten aus

der Forstwirtschaft unter den FSME-Patienten. Der Unterschied in der Häufigkeit war mit 41,67% für Berufe aus der Landwirtschaft knapp nicht signifikant ($p<0,1$), mit 66,67% für Tätigkeiten in der Forstwirtschaft signifikant ($p<0,001$) (Abb. III-2.1.3.2).

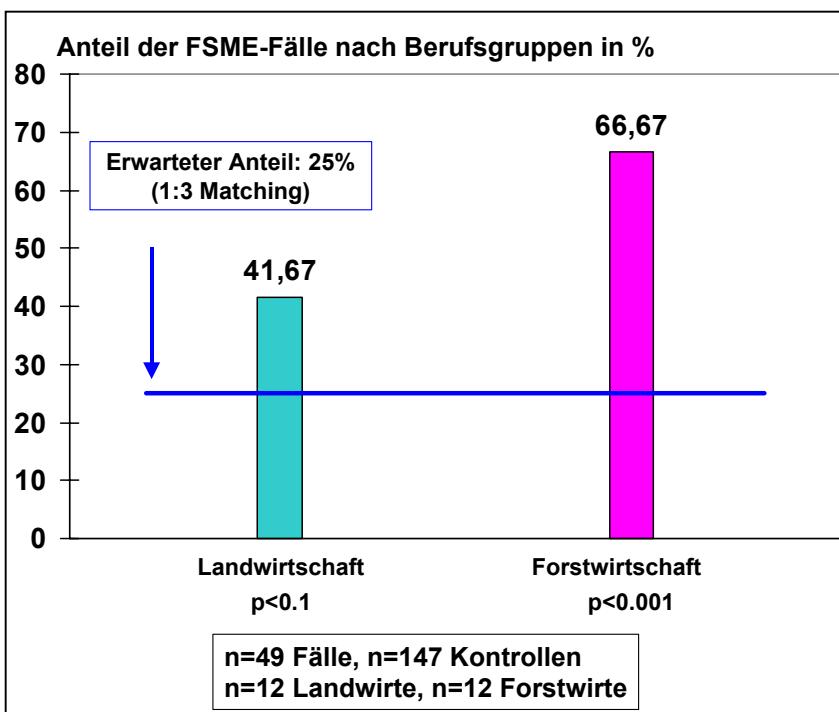


Abbildung III-2.1.3.2: Anteil der FSME-Patienten mit Tätigkeit in der Land- und Forstwirtschaft an allen entsprechend Beschäftigten, erwarteter Anteil bei 1:3-Matchung 25%

Neben den beruflich bedingten Faktoren wurde der Einfluss von Freizeitgewohnheiten auf das FSME-Erkrankungsrisiko untersucht. Hier fanden sich bis auf eine Ausnahme keine deutlichen Unterschiede in der Häufigkeit unter Fällen und Kontrollen. Einzig die Ausübung des Hobbys "Jagd" wurde signifikant häufiger von den Fällen (5/50; 10%) angegeben als von den Kontrollen (4/150, 2,67%) (OR = 4.1 (95% C.I. 1.0;

15.7)). Die multivariate Auswertung mittels logistischer Regression ergab, dass die Zugehörigkeit zu einem Risikoberuf und die Ausübung von Jagd voneinander unabhängige Prädiktoren für das FSME-Erkrankungsrisiko darstellten.

III-2.1.4. Kirchzartener Praxenstudie

Im Rahmen der Untersuchung konnte Serum und die mittels standardisiertem Fragebogen erfasste Angaben von n=676 Probanden gewonnen werden. Die Angabe einer Response Rate für das Kollektiv ist nicht möglich, da nicht dokumentiert wurde, wie viele der angesprochenen Probanden nicht an der Untersuchung teilnehmen wollten. Da das zur Verfügung stehende Kollektiv mehr Probanden umfasste als die als Zielgröße definierte Zahl von 500 Personen, wurde aus den Stichprobendaten ein gewichtetes Kollektiv gebildet, das in Alters- und Geschlechtsverteilung der Bevölkerung des Dreisamtales entsprach. Eingang fanden nur die Probanden aus der Rohstichprobe, die nicht gegen FSME geimpft waren und von denen ein serologisches Ergebnis aus der Untersuchung auf Antikörper gegen FSMEV und Borrelia burgdorferi vorlag (n=588). Der Wichtungsfaktor zur Bildung dieses in Alter und Geschlecht repräsentativen Kollektivs betrug durchschnittlich 0,85 (Abb. III-2.1.4.1). Eine mögliche berufliche Exposition wurde angenommen für alle Tätigkeiten im Bereich der Land- und Forstwirtschaft sowie dem Gartenbau. Dieser Expositionsgruppe gehörten auf der Grundlage des gewichteten Kollektives n=48 Personen an. Dieser Anteil entsprach den für den Arbeitsamtbezirk Freiburg bekannten Daten. Das Kollektiv konnte folglich als repräsentativ für die Bevölkerung des Dreisamtales im Hinblick auf Alter, Geschlecht und beruflicher Exposition gegenüber Zecken gelten.

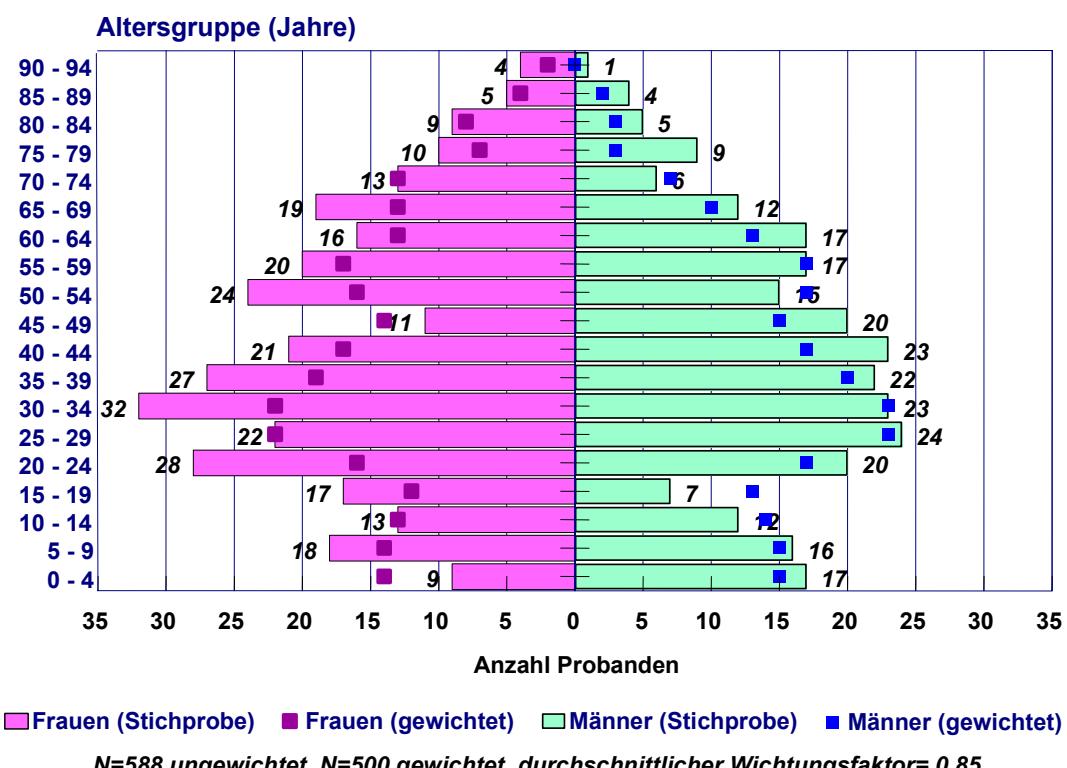


Abbildung III-2.1.4.1: Kollektiv der Kirchzartener Praxenstudie – Stichprobe und gewichtetes Kollektiv

Die Wahl der serologischen Testverfahren beruhte auf den Erfahrungen aus den Querschnittstudien in Südbaden bzw. im Elsass: aufgrund des – wie oben geschildert – hohen Anteils unspezifisch positiver Befunde im Anti-B.b.-ELISA erfolgte der Nachweis von gegen Borrelien gerichteten Antikörpern mittels IFT. Die Analyse der Anti-FSMEV-Seroprävalenz beruhte in Ergänzung zur ELISA-Methode auf dem in der Folge der Untersuchungen im Elsass entwickelten Western blot-Verfahren. Nähere Angaben hierzu finden sich unten in den Abschnitten III-2.1.5 und III-2.1.7.

Die Anti-FSMEV-Seroprävalenz (bestimmt mittels Western blot) betrug im gewichteten repräsentativen Kollektiv (n=500) 3,3%, Antikörper gegen Borrelia burgdorferi ließen sich bei 4,7% der Probanden nachweisen. Auf die Differenzierung möglicher Prädiktoren für ein erhöhtes Infektionsrisiko im bivariaten Modell folgte die Betrachtung der Einflussfaktoren mittels logistischer Regression.

Im Hinblick auf eine erhöhte Anti-FSMEV-Seroprävalenz ließ sich die berufliche Exposition als einziger Faktor mit signifikantem Einfluss differenzieren. In der entsprechenden Personengruppe lag die Seroprävalenz mit 12,5% signifikant höher als unter den Probanden ohne entsprechend berufliche Exposition (2,4%) (Abb. III-2.1.4.2) (Modellparameter: $-2LL(\text{Modell})=137$; $GOF=500$; Model $\text{Chi}^2=8,9$; $df=1$; $p<0,01$; $p(LR)_{\text{berufliche Exposition}}<0,01$).

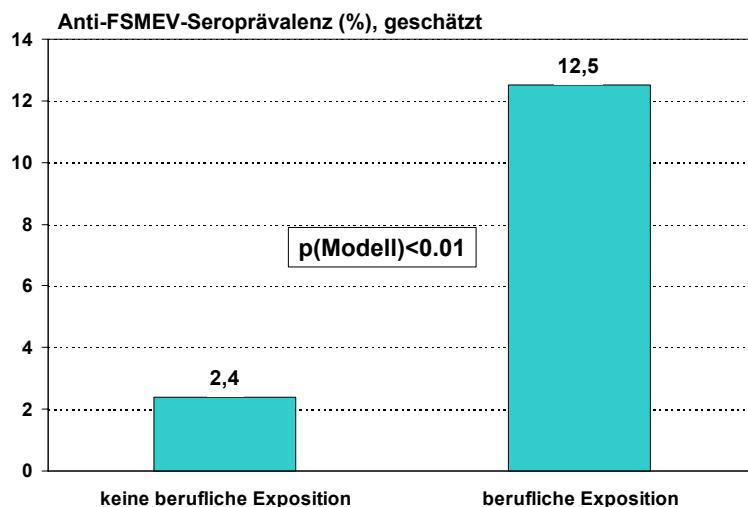


Abbildung III-2.1.4.2: Geschätzte Anti-FSMEV-Seroprävalenz – Einfluss der beruflichen Exposition, Ergebnisse der multivariaten Analyse mittels logistischer Regression, Kirchzartener Praxenstudie (n=500, gewichtet; berufliche Exposition n=48, keine berufliche Exposition n=452)

Auch bei der bi- und multivariaten Analyse möglicher Prädiktoren für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko wurde die Bedeutung der beruflichen Exposition deutlich. Hier konnte jedoch das Hobby "Wandern/Waldlauf" als zusätzlicher Einflussfaktor differenziert werden. Für Personen, die sowohl beruflich exponiert waren, als auch in der Freizeit wanderten, wurde die höchste Anti-B.b.-Seroprävalenz geschätzt (14,2%), der niedrigste Wert ergab sich für Probanden ohne entsprechende beruflich oder freizeitbedingte Exposition (1,4%) (Abb. III-2.1.4.3) (Modellparameter: $-2LL(\text{Modell})=181$; $GOF=521$; Model $\text{Chi}^2=9,5$; $df=2$; $p<0,01$; $p(LR)_{\text{berufliche Exposition}}<0,05$; $p(LR)_{\text{Wandern/Waldlauf}}<0,05$).

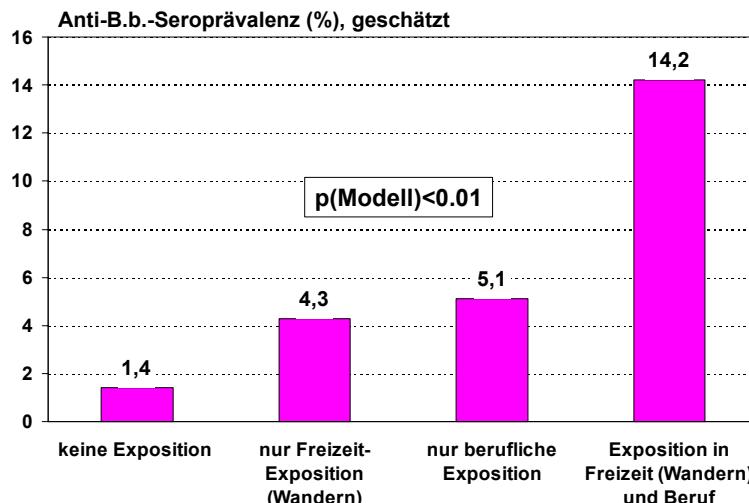


Abbildung III-2.1.4.3: Geschätzte Anti-B.b.-Seroprävalenz – Einfluss der beruflichen Exposition und/oder des Hobbys “Wandern/Waldlauf”, Ergebnisse der multivariaten Analyse mittels logistischer Regression, Kirchzartener Praxenstudie

(n=500, gewichtet; keine Exposition n=135, Exposition nur durch das Hobby “Wandern” n=313, Exposition nur durch berufliche Tätigkeit n=14, Exposition sowohl durch das Hobby “Wandern” als auch durch Tätigkeit n=37)

Auch im vorgestellten repräsentativen Kollektiv sollten Prädiktoren für eine erhöhte Risiko für Zeckenstiche beschrieben werden, wobei der betrachtete Parameter aufgrund der Fragestellung im Fragebogen die Ein-Jahres-Prävalenz war. Die Analysen erfolgten auf der Basis des ungewichteten Kollektivs (n=676). Für die zurückliegenden 12 Monate gaben 25% der Probanden mindestens einen Zeckenstich an.

In der bivariaten Betrachtung ließ sich das Alter der Probanden als Prädiktor für eine erhöhte Zeckenstichhäufigkeit beschreiben, wobei auffallend war, dass die meisten Zeckenstiche für Kinder angegeben wurden: im Alter zwischen 5 und 9 Jahren hatten 47%, unter den etwas älteren Kindern (10-14 Jahre) 42% der Kinder mindestens einen Zeckenstich im zurückliegenden Jahr. Unter den Erwachsenen gaben Personen in den (am Alter der Berufstätigen orientierten) Altersgruppen 18-39 Jahre (28%) und 40-64 Jahre (26%) die meisten Zeckenstiche an. Im Hinblick auf eine mögliche freizeit- oder tätigkeitsassoziierte Exposition gaben Beschäftigte in exponierten Berufen signifikant mehr Zeckenstiche an als nicht exponierte Probanden. Unter den Haustieren schienen Katzen die Wahrscheinlichkeit für Zeckenkontakt zu erhöhen, Hunde dagegen keinen Einfluss zu haben (Tabelle III-2.1.4.1).

Soziodemographische Daten	Alter ***
Exposition	Beruf (48%) > Freizeit (35%) > k. Expo (15%) ***
	Jahre als Forstwirt *
	Jahre als Gärtner *
Haustier	≥1 Katze (33%) vs. keine Katze (24%)*
Hobbies	Beeren / Pilze sammeln (43%)***
	Jagd (100%)***
	Kein Fahrradfahren (29%) **
	Arbeit im eigenen Garten (29%) *
	Wandern / Waldlauf (29%) **
	Zahl der exponierenden Hobbies ***

Tabelle III-2.1.4.1: Prädiktoren für eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen - Ergebnis der bivariaten Analyse, nur Prädiktoren mit signifikantem Einfluss (*: p<0.05, **: p<0.01, *: p<0.001)**

In das multivariate Modell (logistische Regression) zur Beschreibung von Prädiktoren für eine erhöhte Zeckenstichhäufigkeit wurden allein die Faktoren Alter, Expositionsguppe sowie die Hobbies “Beeren/Pilze sammeln” und “Jagd” eingeschlossen (Modellparameter: n= 641; Chi²=94,598; df=8; p<0.001). Deutlich wurde der starke Effekt

des Alters und der Zugehörigkeit zu einer Expositionsguppe auf die Wahrscheinlichkeit eines Zeckenstich vor allem bei Betrachtung der Personen, die als Hobby weder “Beeren/Pilze sammeln” noch “Jagd” angaben (Abb. III-2.1.4.4) (Zusammenfassung A24a und Abbildung A24b im Anhang).

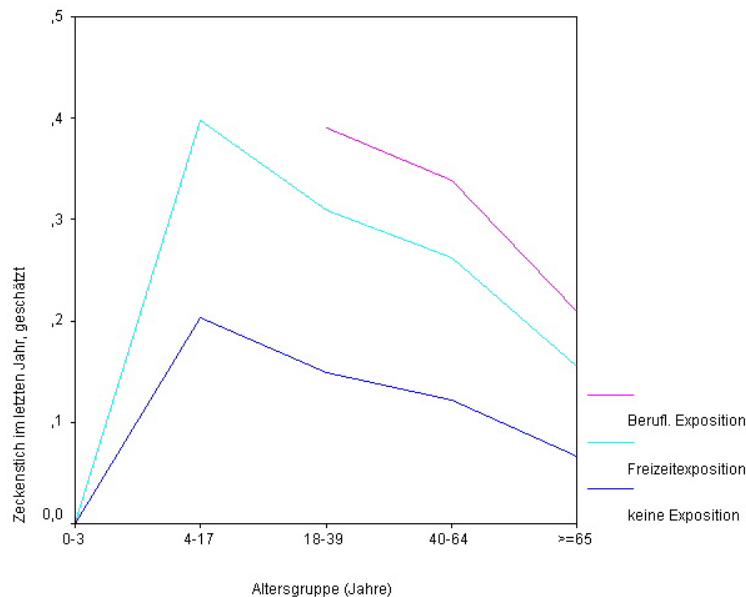


Abbildung III-2.1.4.4: Geschätzte Zeckenstichhäufigkeit im zurückliegenden Jahr in Abhängigkeit vom Alter der Probanden und ihrer Zugehörigkeit zu einer

der drei Expositionsguppen – Ergebnis der multivariaten Analyse (logistische Regression), nur Probanden ohne die Hobbies “Beeren/Pilze sammeln” und “Jagd”

III-2.1.5. Querschnittstudie Elsass

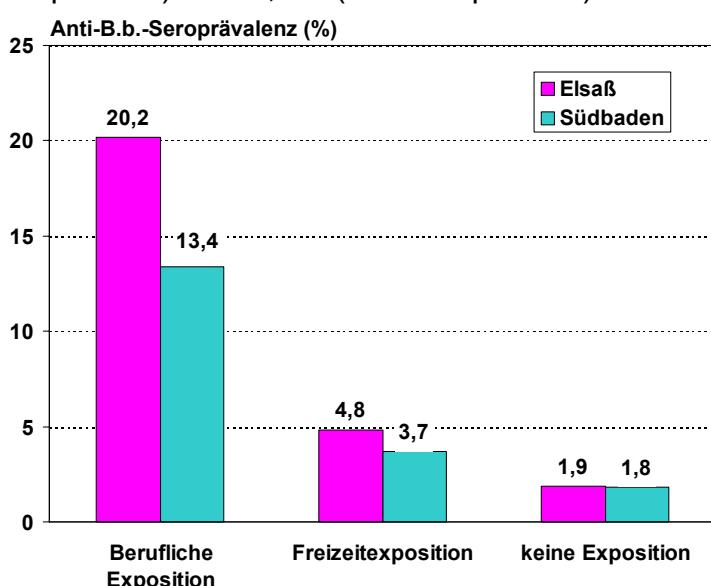
Die Querschnittstudie im Elsass wurde in erster Linie zur Klärung der Frage durchgeführt, ob in der dem südbadischen FSME-Hochrisikogebiet benachbarten Region das FSME-Virus endemisch in einem Ausmaß vorkommt, das für das Erkrankungsgeschehen beim Menschen relevant ist.

Hintergrund der Fragestellung war die Tatsache, dass das FSME-Virus zwar in beiden Regionen isoliert wurde (Südbaden: 1965²⁶⁵; Elsass: 1971²⁶⁶), in Südbaden jedoch bis Mitte der 90er Jahre Hunderte von FSME-Patienten diagnostiziert und z.T. auch dokumentiert waren, auf der französischen Rheinseite dagegen nur Angaben von circa 30 Fällen veröffentlicht vorlagen. Letztere wurden gehäuft in den Jahren nach 1985 erfasst, in denen eine gewisse Aufmerksamkeit für die Erkrankung herrschte. Generell vermuteten die französischen Autoren, dass die mangelnde Berücksichtigung des Krankheitserregers in diagnostischen Überlegungen zu einer Unterschätzung des FSMEV-Infektionsrisikos im Elsass führte.^{267 268}

Analog zur in Südbaden durchgeföhrten Querschnittstudie setzte sich auch das elässische Kollektiv aus altersstandardisiert rekrutierten Probanden verschiedener Expositionsguppen zusammen. Die Durchführung der Studie erfolgte in Kooperation mit der Mutualité Sociale Agricole du Haut-Rhin, Colmar, und dem Centre d’Examens de Santé, Mutuelle Générale de l’Education Nationale, Strasbourg. Dem Probandenspektrum der beiden Zentren entsprechend wurden die beruflich exponierten Studienteilnehmer unter den in Colmar untersuchten Beschäftigten aus der Landwirtschaft rekrutiert, Personen mit Freizeitexposition oder ohne besondere Exposition stammten dagegen aus beiden Zentren. Insgesamt konnten n=616 Probanden in die Untersuchung eingeschlossen werden, wobei die erwünschte Altersstan-

dardisierung für die beruflich exponierten Probanden in der Rohstichprobe nicht erreicht werden konnte. Die Angabe der Response Rate im Kollektiv ist nicht möglich.

Bevor die serologischen Befunde aus dem Nachweis FSMEV-spezifischer Antikörper dargestellt werden, erfolgt an dieser Stelle zunächst die Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Untersuchung des Infektionsrisikos durch Borrelia burgdorferi. Hierzu wurden über Wichtung des Kollektivs auf n=120 Probanden pro Expositionskategorie altersstandardisierte Subgruppen gebildet, die zudem den Vergleich mit der oben dargestellten Situation in Südbaden ermöglichen. Die mittels IFT ermittelte Anti-B.b.-Seroprävalenz in den drei Gruppen betrug 20,2% (Landwirte), 4,8% (Freizeitexposition) und 1,9% (keine Exposition) und war damit vergleichbar mit den Befunden in Südbaden.



Beim Vergleich der Seroprävalenzen in den beiden altersstandardisierten Gruppen mit beruflicher Exposition fiel allerdings auf, dass im Rahmen der Studie bei Landwirten im Elsaß ein höheres Borrelien-Infektionsrisiko ermittelt wurde als für Forstwirte in Südbaden (Abb. III-2.1.5.1).

Abbildung III-2.1.5.1: Anti-B.b.-Seroprävalenz in Abhängigkeit von der Expositionskategorie – Vergleich Südbaden und Elsaß, gewichtete Kollektive (n=120 pro Gruppe)

Zur Bestimmung der Anti-FSMEV-Seroprävalenz mussten aufgrund möglicher Kreuzreaktionen im FSME-ELISA alle Probanden ausgeschlossen werden, die gegen FSME, Gelbfieber oder Japanische Enzephalitis geimpft waren oder sich in Gelbfieber-Endemiegebieten aufhielten. Hierdurch blieben für die Bestimmung n=594 Probanden. Die serologische Untersuchung wurde zunächst mit dem kommerziell verfügbaren ELISA durchgeführt, der auch in den südbadischen Studien verwendet wurde (FSME Immunozym IgG ®). Allerdings hatte der Hersteller mittlerweile neue Grenzwerte zur Klassifikation eines Serums als "grenzwertig" oder "positiv" definiert: diese wurden von >120 VIEU/ml auf >126 VIEU/ml ("positiv") bzw. von >60-120 auf >63-126 VIEU/ml ("grenzwertig") angehoben. Die derart ermittelte Anti-FSMEV-Seroprävalenz betrug im elsässischen Kollektiv 3,4% und war damit vergleichbar mit derjenigen im südbadischen FSME-Endemiegebiet (2,8%). Da der Anteil seropositiver Befunde im Strasbourg-Kollektiv höher war (4,7%, n=322) als bei den Probanden aus Colmar (1,5%, n=272), wurden die beiden Probandengruppen in der Folge getrennt betrachtet. Hierbei fiel auf, dass die Seroprävalenz unter den beruflich exponierten Personen in Colmar mit 3% deutlich niedriger war als die Antikörperhäufigkeit bei den freizeitexponierten (6%) oder den nicht exponierten Personen in Strasbourg (3,8%). Als weitere Auffälligkeit in bezug auf die FSME-Epidemiologie im Elsaß wurden Effekte gewertet, die sich bei der multivariaten Analyse der Daten zeigten: die geschätzte Anti-FSMEV-Seroprävalenz wurde mit zunehmendem Alter der Probanden geringer (Gesamtstichprobe), stieg jedoch mit zunehmender Wohndauer in der Region an (Stichprobe Colmar).

Die Befunde wurden auf verschiedenen Tagungen vorgestellt und diskutiertⁱ ⁱⁱ, doch letztlich blieb Skepsis im Hinblick auf ihre Aussagekraft in bezug auf die FSME-Epidemiologie im Elsass. Als wichtigsten Punkt galt es, die Validität und Spezifität des serologischen Testverfahrens dahin gehend zu überprüfen, ob möglicherweise falsch-positive d.h. unspezifische Reaktionen die ermittelten Befunde beeinflussten. Die mehrfache ELISA-Testung der Seren (teilweise in verschiedenen Laboratorien) zeigte eine geringe Validität des verwendeten Systems auf. Zur Klärung der Spezifität der Befunde wurde ein Bestätigungstest in Form eines Western blots entwickelt, mit dessen Verwendung bei nur n=2 der vormals n=19 im ELISA positiven elsässischen Seren FSMEV-spezifische Antikörper nachgewiesen werden konnten. Nähere Angaben zum entwickelten Western blot und der Überprüfung der ELISA-Befunde finden sich im Abschnitt III-2.1.7.

Auf der Basis dieser Befunde muss davon ausgegangen werden, dass der FSME im Elsass nicht die große Bedeutung zukommt, die das epidemiologische Geschehen in Südbaden prägt. Unbestritten bleibt, dass es in der französischen Region eng umschriebene FSME-Endemiegebiete gibt (z.B. Forêt d'Illkirch bei Strasbourg). Soweit diese bekannt sind, sollten die Bewohner der Umgebung sowie beruflich oder freizeitexponierte Personen über das entsprechende lokal begrenzte Infektionsrisiko aufgeklärt werden. Im Gegensatz zu Südbaden scheinen seroepidemiologische Studien am Menschen nicht geeignet zu sein, um das FSMEV-Infektionsrisiko im Elsass aufzuklären.

III-2.1.6. Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland

Mit der Region Bergisches Land / Sauerland wurde ein weiteres Gebiet untersucht, für das keine Daten zur Epidemiologie zeckenbedingter Erkrankungen vorlagen. In die Querschnittstudie konnten n=144 Frauen und n=503 Männer eingeschlossen werden. Im Gesamtkollektiv von n=647 Personen schätzten n= 247 Probanden Ihren Aufenthalt in der Natur als "oft (auch beruflich)", n=344 als "häufig in der Freizeit" und n=55 als "(sehr) selten in der Freizeit" ein. Von einer Person lag keine Angabe zu dieser Frage vor. Jäger waren unter den beruflich und Freizeitexponierten nahezu gleich häufig vertreten (Beruf: 121/247 (49%), Freizeit: 156/344 (45,4%)). Auffallend war, dass im Gesamtkollektiv ältere Probanden seltener vertreten waren als jüngere Personen, zudem nahm der Anteil der Freizeitexponierten am Gesamtkollektiv mit steigendem Alter zu (Abb. III-2.1.6.1). Es war folglich nicht gelungen, ein altersstandardisiertes Kollektiv mit gleicher Häufigkeit der Expositionen zu erfassen. Die Response Rate in den Teilkollektiven kann nicht angegeben werden, da nicht dokumentiert wurde, wie viele der angesprochenen Personen an der Studie teilnahmen.

Als Parameter zur Beschreibung von Risiken durch zeckenbedingte Erkrankungen wurde – neben dem Nachweis spezifischer Antikörper – die Zeckenstichhäufigkeit erfasst. Für das zurückliegende Jahr gaben die Studienteilnehmer eine unterschiedliche Zahl von Zeckenstichen an, wobei etwa die Hälfte der Probanden in diesem Zeit-

ⁱ Poster: "L'encéphalite à tique (TBE) comme problème en médecine du travail: une étude franco-allemande auprès des salariés agricoles et forestiers", 4ème Conférence Internationale du Comité Scientifique "Recherche sur les Services de Santé et Evaluation en Santé au Travail" – Systèmes de Sécurité sociale et d'assurance maladie: financement et implication dans la santé au travail, 2.-4. April 1997, Rouen, Frankreich

ⁱⁱ Poster: "Comparison of TBE Seroprevalence in two Adjacent Regions of Eastern France and Southern Germany: is Expanded Vaccination warrented?", Inaugural Meeting of the European Society for Clinical Virology Progress in Clinical Virology III, 7.-10. September 1997, Bologna, Italien

raum keinen Zeckenstich beobachtet hatte. Insgesamt reichte die Zahl der Zeckenstich von 1 (10% der Probanden) bis mehr als 20 (2,6%). Die Lebenszeitprävalenz für Zeckenstiche betrug 58,4% (Abb. III-2.1.6.2).

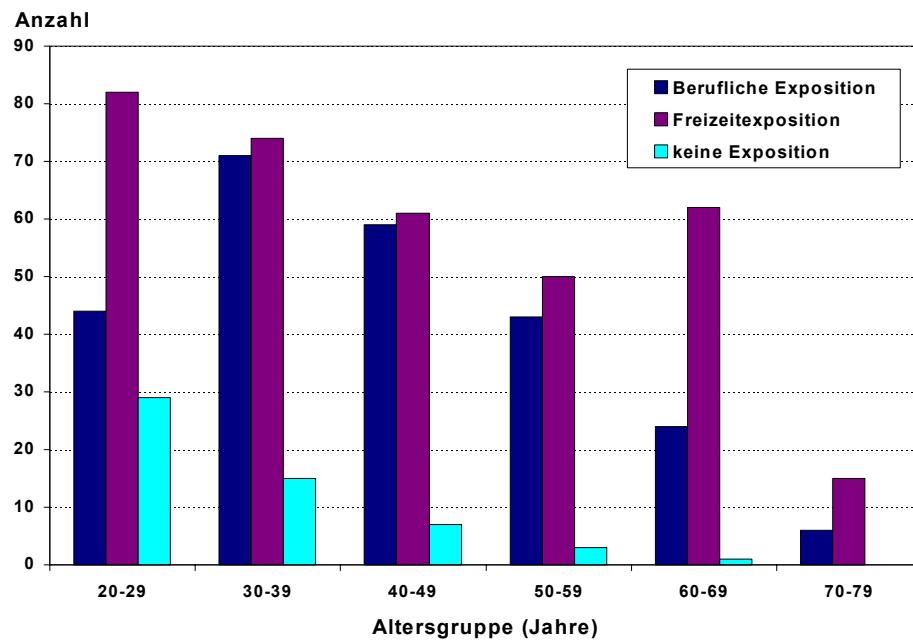


Abbildung III-2.1.6.1: Studienkollektiv – Querschnittsstudie Bergisches Land / Sauerland

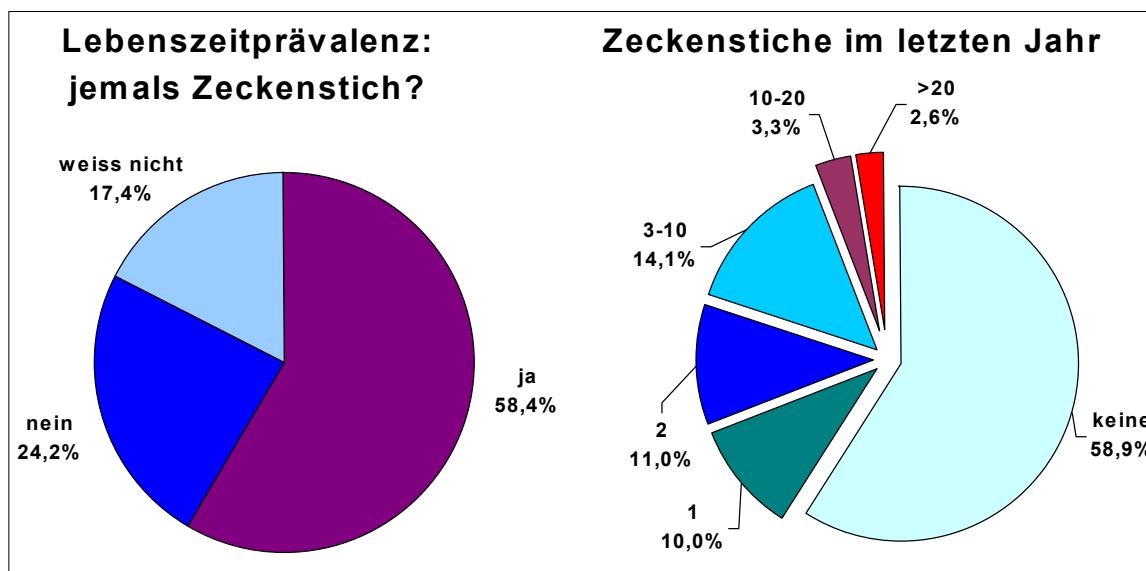


Abbildung III-2.1.6.2: Lebenszeitprävalenz und Häufigkeit von Zeckenstichen im zurückliegenden Jahr

In der bivariaten Analyse möglicher Risikofaktoren für Zeckenstiche ergab sich bei Männern eine höhere Prävalenz als bei Frauen, auch zeigte sich eine Zunahme der Häufigkeit eines jemals bemerkten Zeckenstiches mit dem Alter. Die Zeckenstichprävalenz wurde durch die Häufigkeit von Aufenthalten in der Natur deutlich beeinflusst: sie lag für die beruflich exponierten Probanden am höchsten und stieg mit den Jahren der Berufstätigkeit als Forstwirt oder Waldarbeiter bzw. in allen mit Exposition

einhergehenden Berufen. Haustierbesitzer gaben häufiger Zeckenstiche an als Personen, die keine Haustiere hatten. Dasselbe galt für Personen mit den Hobbies "Beeren / Pilze sammeln" oder "Jagd" im Vergleich mit Personen mit anderen Freizeitgewohnheiten. Einen positiven Zusammenhang ergab die bivariate Analyse auch hinsichtlich der Angabe früherer Zeckenstiche und einer ebenfalls zurückliegenden FSME-Hyperimmungglobulingabe oder einer FSME-Impfung. Unter den erfragten Erkrankungen ging die Anamnese einer Borreliose, eines Erythema migrans oder von Gelenkbeschwerden mit einer signifikant häufigeren Angabe von Zeckenstichen einher als bei einer dahingehend unauffälligen Krankheitsgeschichte (Tabelle III-2.1.6.1).

Soziodemographische Daten	Männer (62%) > Frauen (42%) ***
	Höheres Alter ***
Exposition	Beruf (71%) > Freizeit (55%) > k. Expo (27%) ***
	Jahre als Forstwirt, Waldarbeiter ***
	Jahre mit exponierte Tätigkeiten ***
Haustier	Haustier (68%) vs. Kein Haustier (48%)***
Hobbies	Beeren / Pilze sammeln (78%)***
	Jagd (84%)***
	Zahl der exponierenden Hobbies ***
Immunglobulingabe	FSME-Immunglobulin (88%) *
Impfung	FSME-Impfung (83%) ***
Frühere Erkrankungen	Borreliose (97%) ***
	Erythema migrans (92%)***
	Gelenkbeschwerden (69%) **
Sonstiges	Zahl der Zeckenstiche letztes Jahr ***

Tabelle III-2.1.6.1: Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen - Ergebnis der bivariaten Analyse, nur Prädiktoren mit signifikantem Einfluss (*: p<0.05, **: p<0.01, *: p<0.001)**

Im multivariaten Modell mittels logistischer Regression resultierten die Faktoren

- Dauer der beruflichen Exposition als Forstwirt / Waldarbeiter sowie
- die Hobbies: - Beeren / Pilze sammeln und
- Jagd

als Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen (n=645; Chi²= 194,567; df= 3; p<0,001) (Zusammenfassung A25 im Anhang).

Zur Bestimmung der Anti-FSMEV-Seroprävalenz wurden die gegen FSME und Gelbfieber geimpften Probanden von der Analyse ausgeschlossen. Unter den Ergebnissen der serologischen Untersuchung wurden allein die als sicher positiv zu werten Resultate berücksichtigt. Anti-FSMEV-Antikörper wurden bei 7 der für die Analyse verbleibenden 407 Personen (n=2 kein Ergebnis) nachgewiesen, was einer Seroprävalenz von (1,7%) entsprach. Die statistische Analyse möglicher Risiko- oder Einflussfaktoren war aufgrund der geringen Fallzahl erschwert. Als Ergebnis der bivariaten Betrachtung ließ sich die frühere Immunglobulingabe als mit einer signifikant höheren Anti-FSMEV-Seroprävalenz einher gehend differenzieren (p<0.001). Darüber hinaus wies die einzige Person mit zurückliegender Enzephalitis in der Krankheitsgeschichte einen positiven Anti-FSMEV-Befund auf (p<0.001).

Die Bestimmung von Antikörpern gegen Borrelia burgdorferi erfolgte mittels ELISA, IFT und Western Blot, wobei sich – wie bereits oben für die Probanden der Quer-

schnittstudie gezeigt – ein deutlicher Unterschied in der Antikörperprävalenz bei Nachweis mit den verschiedenen Verfahren zeigte: während die Seroprävalenz im Gesamtkollektiv bei Verwendung des ELISA (wiederum auf Basis der sicher positiven Befunde) 15,4% (99/643 Probanden) betrug, wurden mittels IFT bei 67/641 Probanden Antikörper in Konzentrationen $\geq 1:32$ festgestellt. Dies entsprach einer Seroprävalenz von 10,5%. Im Western Blot zeigte sich bei 58/642 Personen (9,1%) eine spezifische Reaktion.

Nachfolgend werden nur die statistischen Analysen dargestellt, in denen auf der Basis der IFT-Ergebnisse mögliche Prädiktoren für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko differenziert wurden. Diese Beschränkung auf die Darstellung der Ergebnisse eines Testverfahrens ist darin begründet, dass der IFT einheitlich in allen vorgestellten epidemiologischen Untersuchungen verwendet wurde, wodurch der Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Studien möglich ist.

Die bivariate Analyse möglicher Prädiktoren ergab eine signifikant höhere Seroprävalenz für Männern (12%, Frauen 4,9%) sowie eine deutliche Zunahme der Durchseuchung mit steigendem Alter bis auf 28% unter den 70-79 Jährigen. Die Selbsteinschätzung der (beruflichen) Exposition zeigte ebenso einen signifikanten Einfluss auf die Anti-B.b.-Seroprävalenz wie die Jahre der Berufstätigkeit als Forstwirt oder Waldarbeiter oder in sonstigen exponierten Tätigkeiten. Unter den Hobbies war allein die Ausübung von Jagd von Bedeutung. Hinsichtlich der Zeckenstichanamnese zeigte sich sowohl bei der Analyse der Zahl der Zeckenstiche im letzten Jahr wie auch der Angabe von Zeckenstichen überhaupt ein signifikanter Effekt. Des weiteren gingen anamnestische Angaben wie eine frühere Borreliose, ein Erythema migrans oder Gelenkbeschwerden mit einer höheren Seroprävalenz einher (Tabelle III-2.1.6.2).

Soziodemographische Daten	Männer (12%) > Frauen (4,9%) *
	Höheres Alter ***
Exposition	Beruf (15%) > Freizeit (7,67%) > k. Expo (5,45%) **
	Jahre als Forstwirt, Waldarbeiter ***
	Jahre mit exponierte Tätigkeiten **
Hobbies	Jagd (17%)***
Zeckenstichanamnese	Jemals Zeckenstich (15%)***
	Zahl der Zeckenstiche im letzten Jahr ***
Frühere Erkrankungen	Borreliose (34%) ***
	Erythema migrans (31%)***
	Gelenkbeschwerden (19%) **

Tabelle III-2.1.6.2: Prädiktoren für eine erhöhte Seroprävalenz von Antikörpern gegen Borrelia burgdorferi (IFT) - Ergebnis der bivariaten Analyse, nur Prädiktoren mit signifikantem Einfluss
(*: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001)

In das mittels logistischer Regressionsanalyse gebildete multivariate Modell wurden die Variablen

- Anzahl bisheriger Zeckenstiche und
- die Interaktion von Lebensalter und Expositionsgruppe

als Prädiktoren für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko (auf der Basis der IFT-Ergebnisse) eingeschlossen (n= 601; $\chi^2=50,445$; p<0,001) (Zusammenfassung A26 im Anhang). Die Interaktion von Lebensalter und Expositionsgruppe wurde im vorliegenden Modell belassen, da hierdurch die starke Abhängigkeit des Effekts der Variable Lebensalter von der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Berufsgruppe gut abgebildet wird. Anschaulich wird dies bei der grafischen Darstellung der Schätzung der Anti-B.b.-Seroprävalenz (IFT) auf der Grundlage der im Modell differenzierten

Prädiktoren. Werden die Schätzwerte von Personen mit ungefähr identischer Zeckenstichhäufigkeit verglichen, fällt auf, dass – trotz des subjektiv angegebenen gleichen Ausmaßes des Zeckenbefalls – die beruflich bzw. freizeitbedingt unterschiedlich stark an zunehmende Zeckenexposition von Bedeutung ist (Abb. III-2.1.6.3). Umgekehrt zeigt sich der Effekt der berichteten Zeckenstichhäufigkeit bei Zugehörigkeit zu einer der drei definierten Expositionsguppen (Abb. III-2.1.6.4).

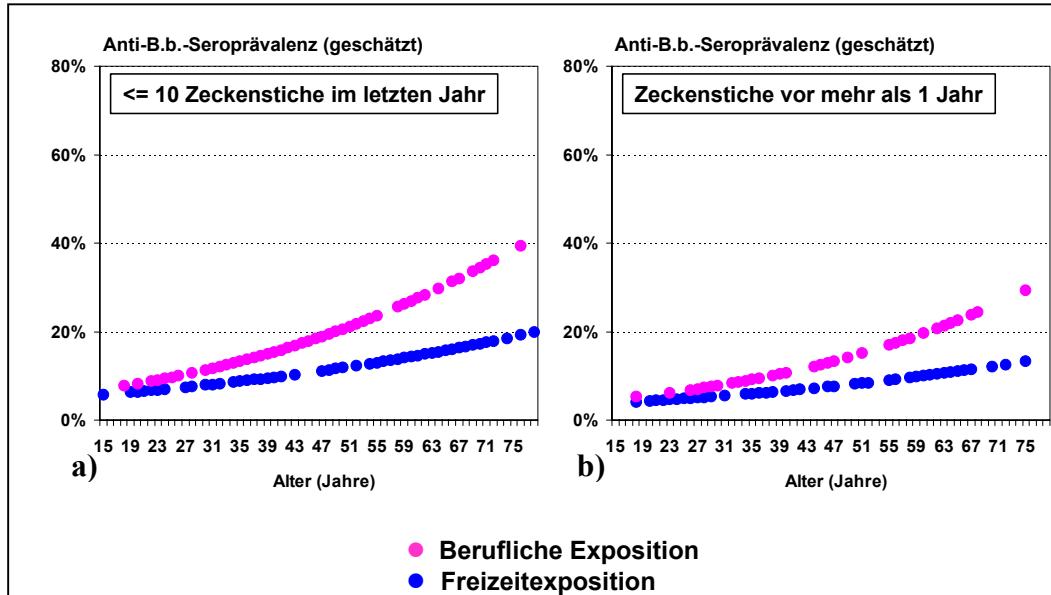


Abbildung III-2.1.6.3: Geschätzte Anti-B.b.-Seroprävalenz (IFT) bei Personen mit subjektiv angegebener gleicher Zeckenstichhäufigkeit (a: ≤ 10 Zeckenstiche im letzten Jahr; b: > 10 Zeckenstiche im letzten Jahr) in Abhängigkeit von der Expositionsguppe (Beruf oder Freizeit)

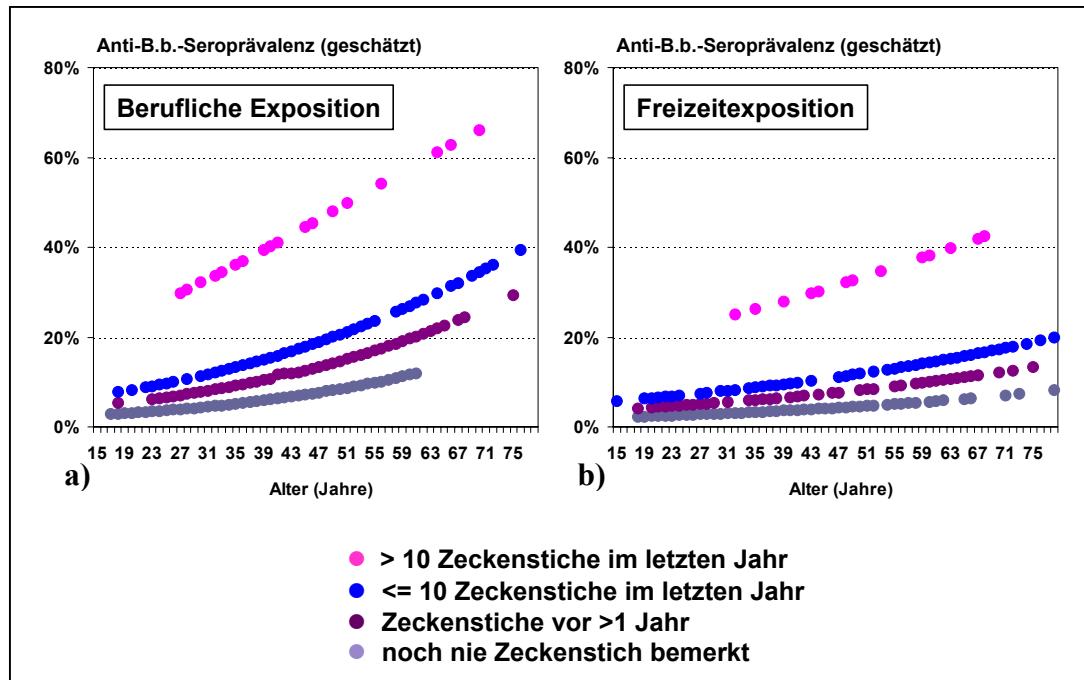
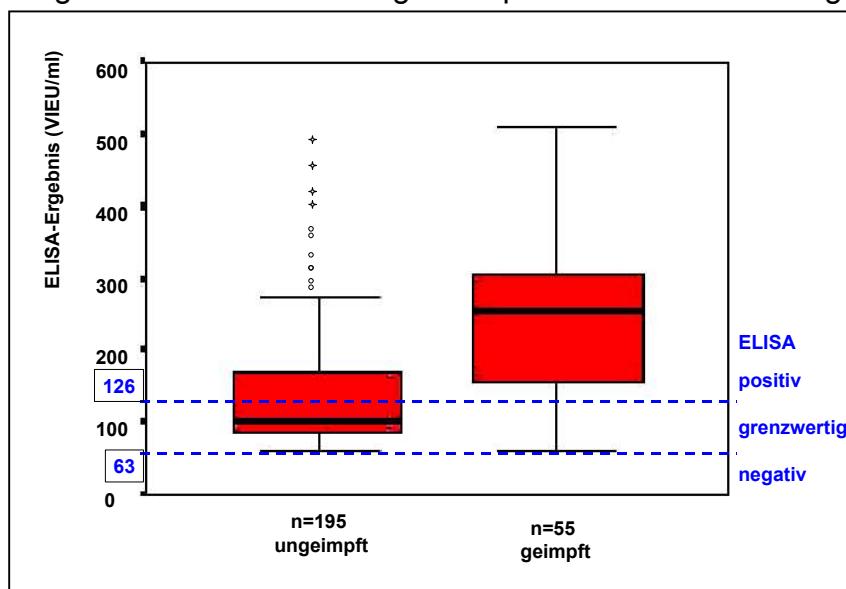


Abbildung III-2.1.6.4: Geschätzte Anti-B.b.-Seroprävalenz (IFT) bei in Beruf (a) oder Freizeit (b) gegenüber Zecken exponierten Personen in Abhängigkeit von der Zeckenstichhäufigkeit

III-2.1.7. Nachweis von FSMEV-spezifischen Antikörpern mittels Western Blot

Wie bei der Darstellung der Ergebnisse aus der Querschnittsstudie im Elsass geschildert, wurde der Western blot zum Nachweis FSMEV-spezifischer Antikörper entwickelt, um die Spezifität des ELISA-Verfahrens zu überprüfen, das bei den seroepidemiologischen Studien in Südbaden und im Elsass verwendet wurde (FSME Immunozym IgG ®). Zur Verfügung standen n=277 Seren aus Südbaden und n=115 Seren aus dem Elsass, bei denen die zu diesem Zweck durchgeführte erneute Testung im ELISA (FSME Immunozym IgG ®) zu einem "positiven" (>126 VIEU/ml) oder "grenzwertigen" (63-126 VIEU/ml) Ergebnis führte.

Aus Südbaden wurden Seren von n=193 ungeimpften und n=55 gegen FSME geimpften Probanden untersucht, alle elsässischen Probanden waren ungeimpft. Bei vergleichender Betrachtung der quantitativen ELISA-Ergebnisse im südbadischen



Kollektiv fiel auf, dass in den Seren nicht-geimpfter Probanden in der Regel niedrigere Antikörperkonzentrationen gefunden wurden als bei geimpften Probanden (Abb. III-2.1.7.1).

Abbildung III-2.1.7.1:
Südbadische Seren:
Spanne der quantitativen
ELISA-Ergebnisse in Ab-
hängigkeit vom FSME-
Impfstatus

Der Anteil der im Western blot (klassifiziert als negativ – grenzwertig – positiv) bestätigten ELISA-Ergebnisse war ebenfalls vom Impfstatus des Probanden abhängig. Während bei den ungeimpften Probanden nur 2,5% der ELISA-grenzwertigen und 49,3% der ELISA-positiven Ergebnisse durch einen positiven Western blot-Befund bestätigt werden konnten, betrug die entsprechende Quote bei den Seren geimpfter Probanden 45,5% (ELISA-grenzwertig) bzw. 88,6% (ELISA-positiv). Dieser Unterschied in der Bestätigungsrate war signifikant ($p<0,001$) (Abb. III-2.1.7.2).

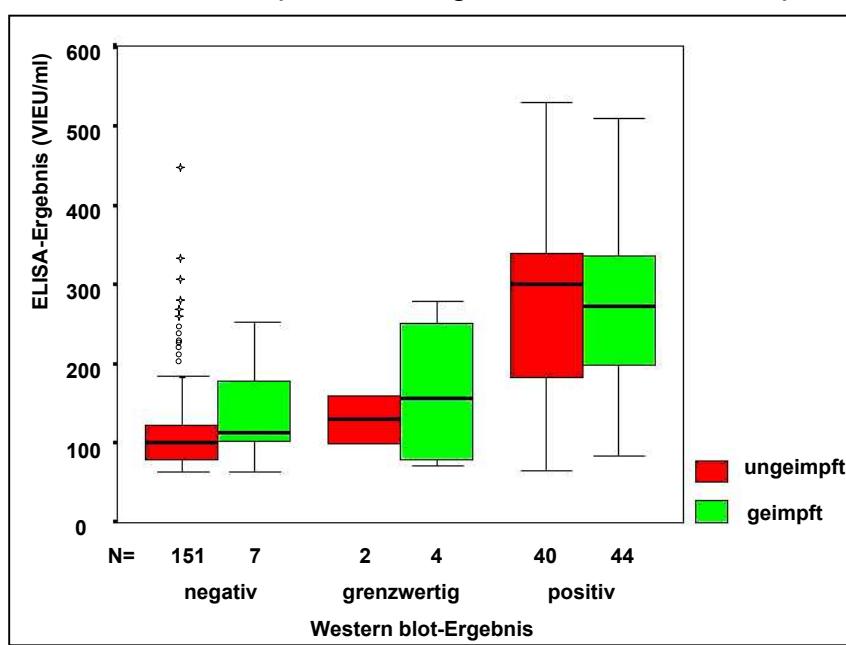


Abbildung III-2.1.7.2: Süd-
badische Seren: Western
blot-Ergebnisse in Abhän-
gigkeit von der Impfanam-
nese und dem ELISA-
Ergebnis

Bei Analyse der elsässischen Seren im Western blot konnte nur das ELISA-positive Testergebnis von n=2 Seren bestätigt werden (Abb. III-2.1.7.3).

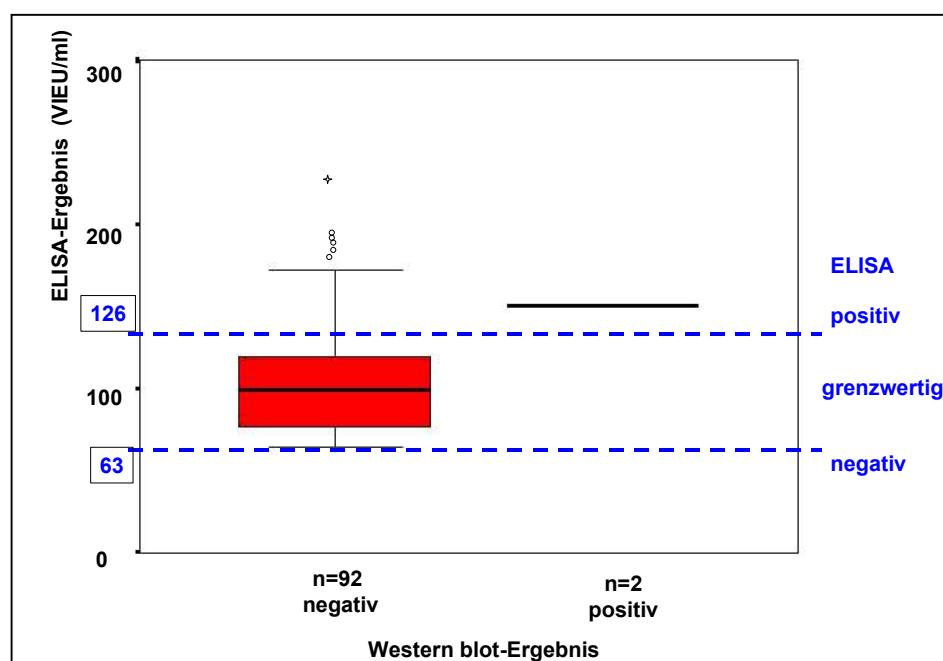


Abbildung III-2.1.7.3: Elsässische Seren: Western blot-Ergebnisse in Abhängigkeit vom ELISA-Ergebnis

Der Vergleich der Bestätigungsquote der südbadischen und elsässischen Seren erfolgte ausschließlich auf der Basis von positiven und negativen Western blot-Ergebnissen. Unter den verbleibenden n=191 südbadischen Seren waren n=93 ELISA-positive Proben; von diesen wurden 50% im Western blot bestätigt. Wie oben erwähnt, konnte bei den n=19 ELISA-positiven elsässischen Seren jedoch nur in 2 Fällen ein positives Western blot-Ergebnis festgestellt werden (10,5%). Der Unterschied im Anteil der mittels Western blot bestätigten ELISA-Ergebnisse ist signifikant ($p<0,001$). Keinen Unterschied zwischen beiden Kollektiven ergab der Vergleich der Bestätigungsquote von ELISA-grenzwertigen Seren: hier wurde bei 97,4% der südbadischen und 100% der französischen Seren ein negatives Western blot-Ergebnis festgestellt.

Mit Hilfe des entwickelten Western blots konnte die Spezifität des in den seroepidemiologischen Untersuchungen verwendeten ELISA zum Nachweis von gegen FSMEV gerichteten Antikörpern evaluiert werden.

Deutlich wurde, dass im hier untersuchten Kollektiv gesunder Probanden ELISA-grenzwertige Befunde in der Regel auf unspezifische Antikörperbindung zurückzuführen waren. Das Vorgehen mancher Autoren, ELISA-grenzwertige Ergebnisse bei der Beschreibung der Anti-FSMEV-Seroprävalenz in die Bewertung einzuschließen, ist vor diesem Hintergrund sehr kritisch zu bewerten.

Im Hinblick auf die Bestätigung ELISA-positiver Befunde fiel auf, dass die Spezifität des ELISA – gemessen in der Bestätigungsquote im vorgestellten Western blot – von der Häufigkeit FSMEV-spezifischer Antikörper im untersuchten Kollektiv in der Weise abhängt, dass sie mit steigender (zu vermutender) Seroprävalenz zunimmt – unabhängig davon, ob diese durch Impfung oder natürliche Infektion bedingt ist. Umgekehrt steigt die Bedeutung (falsch-)positiver ELISA-Befunde an, die auf unspezifische Reaktionen im Test zurückzuführen sind, wenn die tatsächliche Seroprävalenz im zu untersuchenden Kollektiv niedrig ist.

Die Ergebnisse des zur Überprüfung der ELISA-Befunde im elsässischen Kollektiv entwickelten Western blot verdeutlichen, dass die Anti-FSMEV-Seroprävalenz im Elsass sehr viel geringer war, als nach der serologischen Testung mittels ELISA beschrieben.

III-2.2. Epidemiologische Untersuchungen an Tieren

III-2.2.1. Teilnahme von Rindern am Zyklus des FSMEV in Südbaden

Wie geschildert, sollte mit den Studien an Rindern erfasst werden, ob und in welchem Umfang alimentäre FSMEV-Infektionen in Südbaden möglich sind. Zur Untersuchung standen Seren zur Verfügung, die vom Tierhygienischen Institut Freiburg in den Jahren 1991 und 1992 gewonnen wurden, wobei die Rinder jeweils während der Sommerweide-Saison im Bereich von Tälern grasten, in denen regelmäßig viele FSME-Fälle beim Menschen beobachtet werden²⁶⁹. Aus den n=95 Serumproben des Jahres 1991 und den n=31 Proben aus dem Jahr 1992 konnten 80 Serumproben-Paare (vor Weideaufenthalt – nach Weideaufenthalt) aus verschiedenen Tälern untersucht werden. Betrachtete man alle 80 Rinder, von denen im Jahr 1991 Serumpaare zur Verfügung standen, fanden sich bei 6,3% der Tiere vor der Weidesaison und bei 15% der Rinder nach dem Weideaufenthalt FSMEV-spezifische Antikörper. Dieser Unterschied ist signifikant (p<0,05).

Bei Betrachtung der Rindergruppen in den einzelnen Tälern wurde deutlich, dass der Anteil der über den Sommer infizierten Tiere unterschiedlich groß war (Tabelle III-2.2.1.1).

Region	Ort	Zahl der Tiere N=80	Seroprävalenz vorher	Seroprävalenz vorher	Differenz
Kinzigtal	Kirnbach	10	2/10	2/10	----
Elztal	Oberprechtal	8	0	1/8	1/8
	Yach	31	0	2/31	2/31
Dreisamtal	Wittental	14	1/14	4/14	3/14
	Geroldstal	17	2/17	3/17	1/17

Tabelle III-2.2.1.1: Herkunft der Rinder mit Serumproben-Paaren (vor und nach Weideaufenthalt im Jahr 1991)

Gründe hierfür sind einerseits in der lokal unterschiedlichen epidemiologischen Situation zu sehen, andererseits jedoch auch in der jeweiligen Wirtschaftsform des Betriebes: hatten die Rindern z.B. bereits im Frühjahr in Hofnähe gegrast, war ein Kontakt mit einer infizierten Zecke bereits vor Weideauftrieb möglich. Auch ist davon auszugehen, dass die Weiden nicht einheitlich waren im Hinblick auf das Vorkommen von feuchten Niederungen oder Büschen (Abb. III-2.2.1.1).

Zusätzlich zur Untersuchung der Vorher-Nachher-Proben standen von einem Betrieb im Elztal Seren von n=25 Tieren unterschiedlichen Alters zur Verfügung. Hier ließen sich bei 5/25 Kühen und Rindern Antikörper nachweisen, wobei sich bei Analyse eines möglichen Alterseffekts zeigte, dass die geschätzte Anti-FSMEV-Seroprävalenz mit zunehmendem Alter der Tiere anstieg.

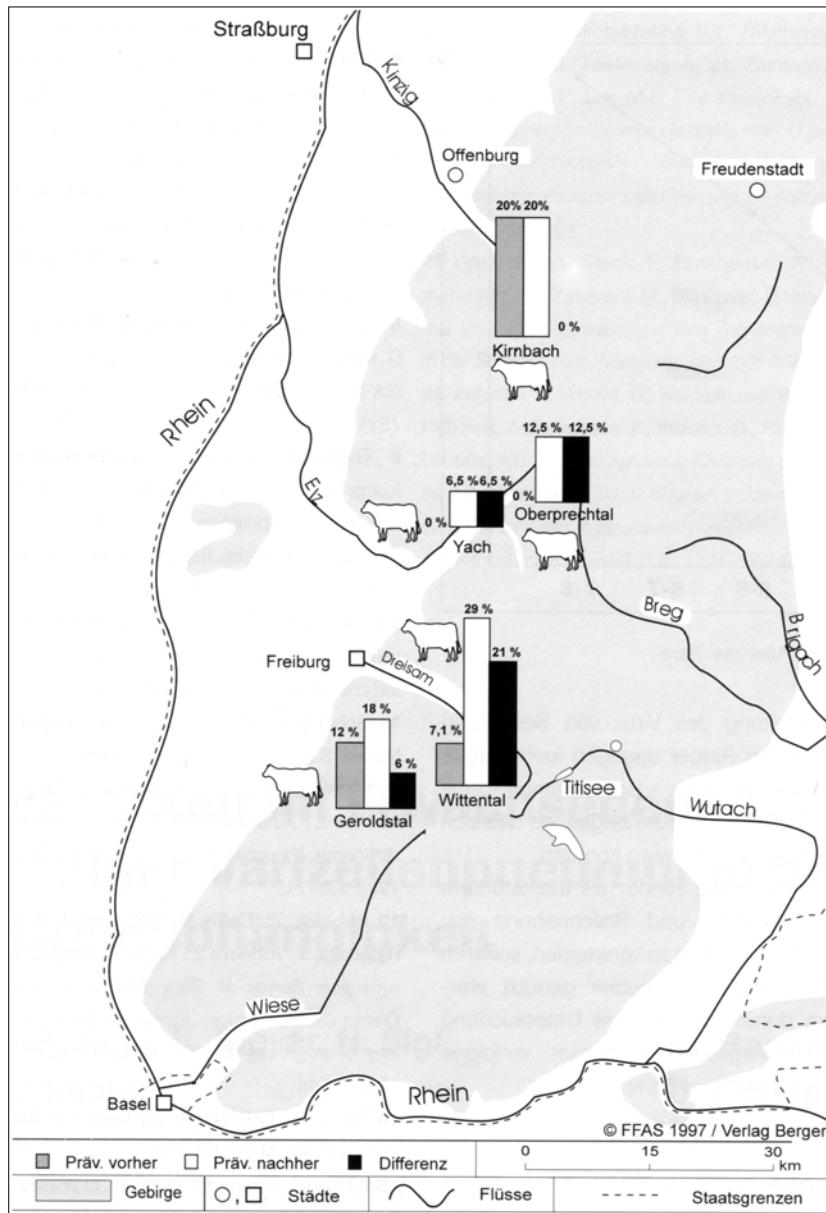


Abbildung III-2.2.1.1: Anteil anti-FSMEV-seropositiver Rinder vor und nach der Weidesaison 1991

In dieser ersten Analyse von Rinderseren aus dem südbadischen FSME-Endemiegebiet konnte gezeigt werden, dass die Tiere am Zyklus des FSME-Virus teilnehmen. Dieser Befund entspricht den Ergebnissen anderer Studien, in denen die Anti-FSMEV-Seroprävalenz von Rindern in weiteren europäischen Regionen beschrieben wurde.^{270 271 272 273 274 275 276}

Vor dem Hintergrund der in der Literatur beschriebenen Tatsache, dass virämische Tiere das FSME-Virus während einer kurzen Phase mit der Milch ausscheiden²⁷⁷, und unter Berücksichtigung der vorgestellten Daten zur Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei Rindern ist davon auszugehen, dass auch in Südbaden das Vorkommen alimentärer FSMEV-Infektionen möglich ist. Zu beachten ist allerdings, dass entsprechend der Daten in der Literatur Ziegen oder Schafe in dieser Hinsicht die größte Bedeutung zukommt, da diese oft auf buschbestandenen Weiden grasen und somit stärker von Zecken befallen sind. Zudem wird Ziegen- und Schafmilch oft roh konsumiert oder ist Ausgangspunkt von Sauermilchprodukten, die als Infektionsquelle ebenfalls in Betracht zu ziehen sind.²⁷⁸

In den seroepidemiologischen Studien zur Beschreibung des FSMEV-Infektionsrisikos in Südbaden wurde der Konsum von Rohmilch als potenzieller Risikofaktor für FSMEV-Infektionen erfragt. Weder in der Querschnitts- noch in der Fall-Kontroll- oder Kirchzartener Praxenstudie jedoch konnte der Rohmilchkonsum als möglicher Prädiktor für eine erhöhte FSMEV-Infektionsrisiko beschrieben werden. Auch ist bisher in Südbaden kein Fall einer alimentär vermittelten FSMEV-Infektion bekannt geworden. Die weitaus größte Bedeutung kommt im südbadischen FSME-Endemiegebiet der FSMEV-Infektion durch Zeckenstich zu.

Dies gilt auch für Beschäftigte in der Landwirtschaft: im Regelfall werden sie sich die Infektion über Zeckenstiche zuziehen. Theoretisch denkbar ist zusätzlich die Aufnahme von virushaltigem Aerosol über den Mund- bzw. Nasen-Rachen-Raum bei Umgang mit Milch bzw. beim Tätigkeiten im Melkstand. Ein weiterer Aspekt wurde im Forschungsbericht Fb 776 der BAuA „Interstitielle Lungenkrankheiten durch Mikroorganismen und Enzyme bei Exposition gegenüber Trockenmilchstaub“²⁷⁹ aufgegriffen. Hier konnte die teilweise starke Exposition von Beschäftigten in der Trockenmilchproduktion gegenüber Trockenmilchstäuben gezeigt werden. Im Hinblick auf das FSME-Virus ist hierbei zu bedenken, dass – auf der Grundlage der im Bericht angegebenen technischen Gegebenheiten (Temperatur des Trockengutes max. 60°C, erhaltene Kugelstruktur der Milch, sehr geringer Denaturierungsgrad der Eiweiße) – nicht von einer sicheren Virusaktivierung ausgegangen werden kann. Da die Trockenmilchstäube im wässrigen Milieu auf Schleimhäuten leicht gelöst werden und ihre partikuläre Eigenschaft verlieren, wäre – die entsprechenden Viruskonzentrationen in der Trockenmilch vorausgesetzt – eine FSMEV-Infektion theoretisch denkbar.

Neben der Möglichkeit einer FSMEV-Infektion über den Umgang mit Milch bzw. deren Konsum kommt den Rindern wie auch anderen Tieren eine besondere Bedeutung als Indikatoren zur Erfassung von FSME-Endemiegebieten zu. Beispielhaft für diesen Forschungsansatz werden nachfolgend die Ergebnisse einer Untersuchung an Füchsen vorgestellt.

III-2.2.2. Füchse als Indikatoren für FSME-Endemiegebiete

Durch Kooperation mit verschiedenen tiermedizinischen und/oder tierhygienischen Institutionen wurden n=473 Fuchsproben gewonnen, wobei Regionen unterschiedlicher FSME-Inzidenz beim Menschen durch Fuchskollektive abgebildet werden konnten. Den Proben aus Südbaden wurde derart Untersuchungsmaterial aus dem Bereich des östlichen Schwarzwaldes und dem Bodensee, des Odenwaldes, des Taunus, aus Brandenburg und dem Nordosten Frankreichs (Elsass, Lothringen) vergleichend gegenüber gestellt (Tabelle III-2.2.2.1).

Gruppe	Region	FSME-Inzidenz (Mensch)	Untersuchte Füchse
1	Südbaden – Freiburg	Hoch	N=79
2	Östlicher Schwarzwald, Bodensee	Gemäßigt	N=153
3	Odenwald	Gemäßigt	N=50
4	Taunus	Ausgesprochen gering	N=50
5	Brandenburg	Null	N=86
6	Elsass, Lothringen	Sehr gering	N=55

Tabelle III-2.2.2.1: Untersuchte Fuchskollektive – Herkunftsregion mit Angabe der lokalen FSME-Inzidenz beim Menschen

Bei der Anti-FSME-Seroprävalenz zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fuchs-Gruppen. Die höchsten Werte wurden für die Region Südbaden festgestellt, gefolgt von den Regionen östlicher Schwarzwald / Bodensee und Odenwald. Die Seroprävalenz der Freiburger Füchse unterschied sich signifikant von allen anderen Untersuchungskollektiven ($p<0.001$), der Anteil zurückliegender FSMEV-Infektionen in den Gebieten östlicher Schwarzwald / Bodensee und Odenwald lag signifikant höher als in der Vergleichsregion Brandenburg ($p<0.05$) (Tabelle III-2.2.2).

Gruppe	Region	Positiv	Grenzwertig	Negativ	Nicht geeignet*
1	Südbaden – Freiburg	34,2%	12,7%	53,2%	-----
2	Östl. Schwarzwald, Bodensee	9,8%	9,2%	81,0%	-----
3	Odenwald	10,0%	4,0%	70,0%	16,0%
4	Taunus	2,0%	-----	88,0%	10,0%
5	Brandenburg	-----	1,2%	98,8%	-----
6	Elsass, Lothringen	1,8%	-----	98,2%	-----

* die genannten Seren wurden wegen eines anamnestisch positiven Tollwutvirus-Nachweises inaktiviert (54°C Wasserbad). Anschließend war aufgrund schlechter Materialqualität keine Untersuchung möglich.

Tabelle III-2.2.2: Anti-FSMEV-Seroprävalenz in den Fuchskollektiven

Die beschriebenen Unterschiede in der Anti-FSMEV-Seroprävalenz der Füchse bildeten anschaulich die Unterschiede in der Zahl menschlicher FMSE-Fälle ab (Abb. III-2.2.2.1).

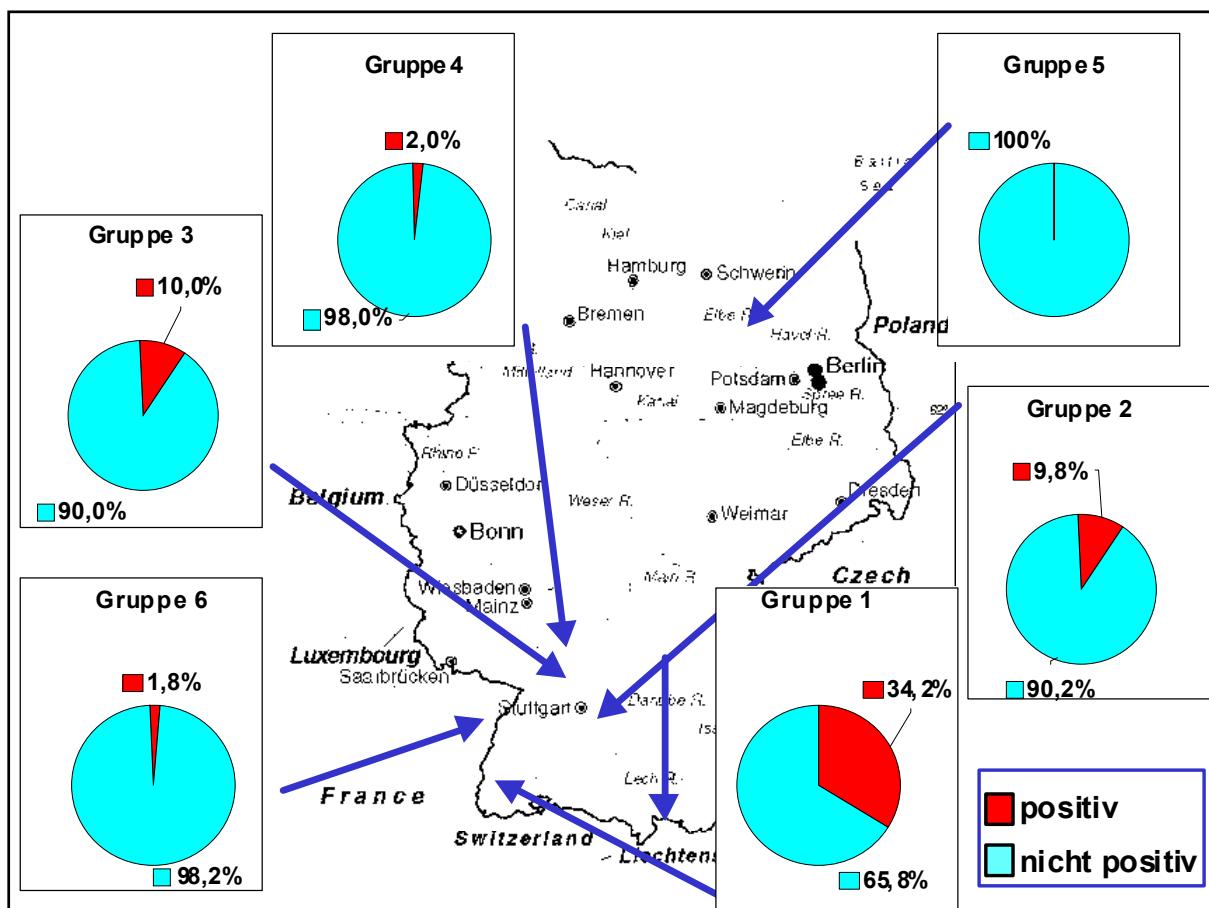


Abbildung III-2.2.2.1: Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei Füchsen in verschiedenen untersuchten Regionen

Von besonderem Interesse sind die Ergebnisse aus dem Bereich des Odenwaldes, einer Region, deren Bedeutung für die FSME-Epidemiologie erst aufgrund steigender Fallzahlen in den letzten Jahren erkannt wurde. Die Fuchsseren dagegen stammten aus dem Jahr 1995 und somit aus einer Zeit, in der das endemische Vorkommen des FSME-Virus im Odenwald noch nicht allgemein bekannt war. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung hätten folglich – wäre sie früher erfolgt – dazu beitragen können, menschliche FSME-Fälle in der Region zu diagnostizieren und v.a. die Bevölkerung vor der FSMEV-Infektionsgefahr durch Zecken zu warnen.

III-2.3. Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

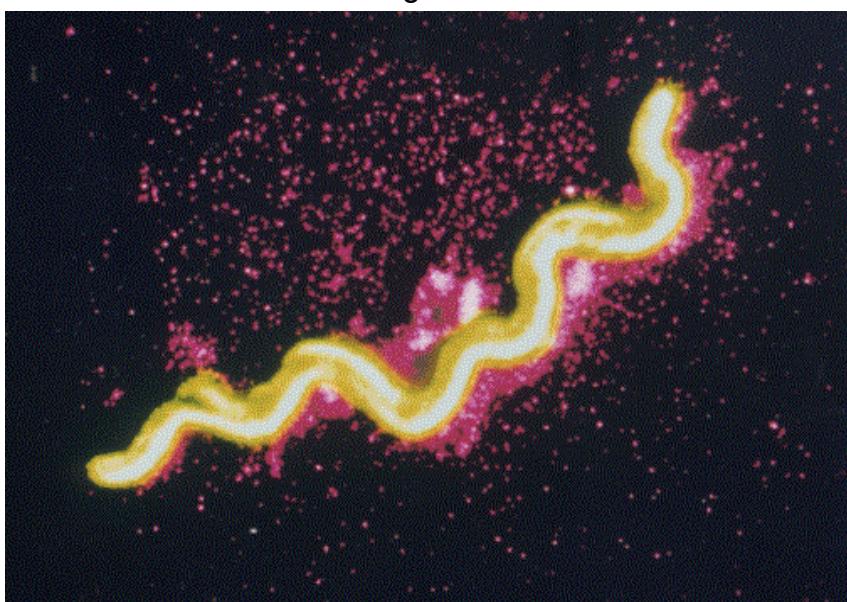
Studien zu zeckenbedingten Erkrankungen

III-2.3.1. Methodik seroepidemiologischer Untersuchungen

Wie bei der Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Studien erwähnt, wurde im Verlauf der Untersuchungen deutlich, dass der Auswahl der serologischen Testverfahren aus zweierlei Gründen eine große Bedeutung zukommt. Zum einen ist generell zu berücksichtigen, dass seroepidemiologische Untersuchungen zur Erfassung eines etwaigen zurückliegenden Erregerkontaktees in der Regel an gesunden Probanden durchgeführt werden und folglich keine klinischen Symptome vorliegen, die zur Plausibilitätskontrolle eines positiven serologischen Befundes herangezogen werden könnten. Zum anderen waren in den vorgestellt durchgeführten Studien die erfragten anamnestischen Angaben (z.B. zurückliegende Zeckenstiche, zeckenbedingte Erkrankungen oder Symptome, Exposition) Gegenstand der Untersuchung, so dass auch diese nicht in die Beurteilung serologischer Testergebnisse einfließen konnten. Generell sollte folglich für seroepidemiologische Untersuchungen ein möglichst spezifisches serologisches Testverfahren verwendet werden.

Am Beispiel der in Südbaden und im Elsass durchgeführten Untersuchungen zum FSME-Infektionsrisiko wurde jedoch eine weitere Schwierigkeit bei der Durchführung seroepidemiologischer Studien deutlich: die Spezifität eines diagnostischen Tests hängt von der anzunehmenden Häufigkeit des gesuchten Merkmals in der Grundgesamtheit in dem Sinne ab, dass die Bedeutung der bei jedem Test vorkommenden unspezifischen Reaktionen mit sinkender Häufigkeit des Merkmals zu- und damit die Testspezifität abnehmen. Wie oben bei den Untersuchungen zum FSME-Infektionsrisiko dargestellt, sank die Spezifität des verwendeten ELISA (FSME Immunozym IgG ®) – bestimmt als Anteil der im Western blot bestätigten Ergebnisse – von 88,6% (Seren FSME-geimpfter Probanden) über 49,3% (ungeimpfte Personen aus dem FSME-Hochrisikogebiet in Südbaden) auf 2/19 (10,5%; ungeimpfte Personen aus dem Elsass, Region mit sehr geringer FSME-Inzidenz).

Mit dem im Rahmen der vorgestellten Studien zum B.b.-Infektionsrisiko verwendeten



Immunfluoreszenztests wurde ein Verfahren gewählt, beim dem der Anteil unspezifischer Reaktionen sehr gering war, da die mikroskopische Testauswertung auf der Basis der Antigen-Antikörper-Reaktion erfolgt (Abb. III-2.3.1.1).

Abbildung III-2.3.1.1:
Darstellung von *Borrelia burgdorferi* in der Immunfluoreszenzⁱ

ⁱ Abbildung zur Verfügung gestellt von Immuno GmbH, Heidelberg (jetzt: Baxter Deutschland GmbH)

Hierdurch wie auch durch die Tatsache, dass die serologischen Untersuchungen für alle vorgestellten Studien im selben Labor und von derselben medizinisch-technischen Assistentin durchgeführt wurden, war die Vergleichbarkeit der Ergebnisse über die Kollektive aus verschiedenen Regionen gewährleistet (siehe unten Abschnitt III-2.3.5).

Mittels Immunfluoreszenztest wurden die mit ELISA gewonnenen Anti-B.b.-Befunde überprüft. In Südbaden wurden n=552 im ELISA (Enzygnost Borreliosis IgG ®, Dade Behring) getestete Seren, in der Region Bergisches Land n=641 im ELISA (Borrelia burgdorferi IgG ®, Novum Diagnostica GmbH) untersuchte Seren mittels IFT nachgetestet: die Seroprävalenz reduzierte sich hierbei in Südbaden von 18,5 % (unter Einschluss der grenzwertigen ELISA-Befunde) auf 6,2% in Südbaden bzw. von 15,4% (nur ELISA-positive Seren) auf 10,5% im Bergischen Land. Auf der Basis dieser vergleichenden Analyse scheint die Verwendung von rekombinanten Antigenen wie im Test der Fa. Novum Diagnostica zu einer – bezogen auf den IFT – höheren Spezifität zu führen als das Detergens-Extrakt in ersterem Testsystem.

Die Seren aus dem Bergischen Land wurden hinsichtlich der B.b.-Seroprävalenz zusätzlich auch mittels Western blot überprüft: hier wurden 52,5% der ELISA-positiven bzw. 86,1% der IFT-positiven Ergebnisse bestätigt. Die Kreuztabellen zum Vergleich von ELISA- mit IFT- bzw. Western blot-Ergebnissen sowie von IFT- und Western blot-Befunden finden sich im Anhang (Tabelle A27-A27).

Auf der Grundlage der dargestellten Einschränkungen im Bereich serologischer Testverfahren lassen sich folgende Forderungen für seroepidemiologische Studien formulieren:

1. Grundsätzlich sind Testverfahren mit hoher Spezifität zu verwenden.
2. Der Einfluss der Merkmalshäufigkeit in der Grundgesamtheit auf die Test-Spezifität sollte kontrolliert werden.
3. Zum Vergleich mehrerer Probandenkollektive aus verschiedenen Regionen ist die Verwendung desselben serologischen Tests – unter Berücksichtigung der Punkte 1 und 2 – notwendig.

III-2.3.2. Vergleich der Epidemiologie zeckenbedingter Erkrankungen in verschiedenen geographischen Regionen

III-2.3.2.1 Borreliose

Auch wenn bekannt ist, dass die Borreliose keine endemische Erkrankung im eigentlichen Sinne darstellt, wird allgemein davon ausgegangen, dass sie gehäuft in den süddeutschen FSME-Endemiegebieten auftritt, in anderen Regionen jedoch nicht von großer Bedeutung ist. Dies mag mit dem generell besseren Wissen um das Risiko von Zeckenstichen in den genannten Regionen zusammenhängen. Als Grundlage für die Beratung der Bevölkerung wie auch als medizinische Information, die in differentialdiagnostische Überlegungen bei verschiedenen Krankheitsbildern einfließen kann, ist das Wissen um das Vorkommen der Borreliose jedoch unverzichtbar.

Neben neueren Daten aus dem Gebiet Brandenburg^{280 281} leisteten die vorliegenden Studien einen wichtigen Beitrag zur vergleichenden Beschreibung des B.b.-Infektionsrisikos in verschiedenen Regionen. Dies wurde möglich, da bei den Querschnittsstudien im Bergischen Land und in Südbaden derselbe Test zur Bestimmung B.b.-spezifischer Antikörper verwendet wurde und die Analyse auf der Basis altersstandardisierter Subgruppen (Alter: 19-50 Jahre) erfolgte. Eine Einschränkung beim

Vergleich ergab sich darin, dass im Bergischen Land nur n=55 Probanden in die Gruppe "keine Exposition" eingeschlossen werden konnten. Aus diesem Grund wurde diese Expositionsgruppe nicht in den Vergleich eingeschlossen. Bei der Gegenüberstellung der altersstandardisierten Anti-B.b.-Seroprävalenz aus der Region mit bekannt hoher Borreliose-Inzidenz (Südbaden) und dem Gebiet mit unbekannter Erkrankungshäufigkeit (Bergisches Land) wurde deutlich, dass das B.b.-Infektionsrisiko für letztere Region als nahezu gleich hoch wie im Süden Deutschlands anzunehmen ist: Forstwirte: 10,6% (Bergisches Land) – 13,4% (Südbaden), Freizeitexponierte: 4,5% (Bergisches Land) – 3,7% (Südbaden). Die im Vergleich höhere Seroprävalenz in der Gruppe der freizeitexponierten Personen im Bergischen Land mag auf den hohen Anteil von Jägern zurückzuführen sein, der in dieses Studienkollektiv eingeschlossen wurde: die Angehörigen dieses Unterkollektivs waren durchschnittlich älter und wiesen eine höhere Anti-B.b.-Seroprävalenz und Zeckenstichhäufigkeit auf als die entsprechend nicht-jagenden Personen mit Freizeitexposition. Der Unterschied in der Häufigkeit eines früher stattgehabten Borrelienkontaktes blieb auch bei Beschränkung der Analyse auf altersstandardisierte Kollektive (18-49 Jahre) bestehen (Abb. A28 im Anhang). Aus diesem Grund wurden die freizeitexponierten Personen mit und ohne Hobby "Jagd" getrennt – jedoch wie oben altersstandardisiert – betrachtet. Hierbei ergab sich eine Seroprävalenz von 9,7% (Freizeitjäger) bzw. 2,3% (keine Freizeitjäger). Allgemein lag folglich im altersstandardisierten Vergleich die Anti-B.b.-Seroprävalenz im Bergischen Land in den verschiedenen Expositionsgruppen (unter Ausschluss der Freizeitjäger) nur wenig niedriger als in Südbaden (Abb. III-2.3.2.1.1).

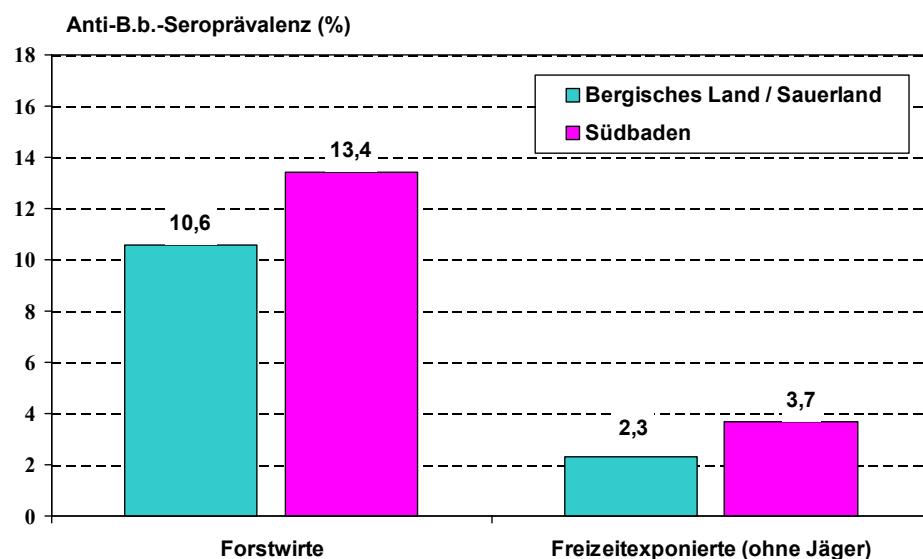


Abbildung III-2.3.2.1.1: Vergleich der Anti-B.b.-Seroprävalenz in den beiden Gruppen "Berufliche Exposition" (Forstwirte) und "Freizeitexposition" (ohne Freizeitjäger) in Südbaden und im Bergischen Land, altersstandardisierte Kollektive, gewichtet: n=120 pro Gruppe, Alter 18-49 Jahre.

Auf der Grundlage der erhobenen Daten ist davon auszugehen, dass im Bergischen Land Borrelien-Infektionen und damit auch Borreliose-Fälle nahezu gleich häufig auftreten wie in Südbaden. Die Tatsache, dass aus der Region um Wuppertal nur verhältnismäßig wenig Borreliosen bekannt sind, spricht dafür, dass nicht alle Fälle diagnostiziert bzw. gemeldet werden.

Bei Vergleich der in Deutschland gewonnenen Daten mit den Befunden aus dem Elsass wurde deutlich, dass – ebenfalls auf der Basis eines altersstandardisierten ge-

wichteten Kollektivs – die Seroprävalenz unter den Freizeitexponierten mit 4,8% im bekannten Bereich liegt. Der Anteil seropositiver Probanden in der beruflich exponierten Gruppe (20,2%) war dagegen außergewöhnlich hoch.

III-2.3.2.2. FSME

Das endemische Vorkommen der FSME basiert auf in der Regel kleinräumigen Gebieten, in denen das Virus zwischen Zecke und Wirt weitergegeben wird, den sogenannten FSME-Naturherden. Zu FSME-Erkrankungen kommt es nur dann, wenn Menschen in Beruf oder Freizeit einen Zeckenstich im entsprechenden Naturherd erleiden oder - deutlich seltener - außerhalb des Naturherds von einer infizierten Zecke gestochen werden. Letzteres ist z.B. möglich, wenn infizierte Zecken durch Haus- und Wildtiere in Wohnungen oder Gärten eingeschleppt werden.

Geoökologische Gegebenheiten bedingen, dass die FSME-Endemiegebiete in Deutschland zum Teil weit voneinander entfernt liegen, so dass keine zusammenhängenden Gebiete gleichförmiger Infektions- und Erkrankungsgefahr existieren (vgl. Abb. A.29 im Anhang). Um dennoch praktikable FSME-Impfempfehlungen formulieren zu können, wurde für Deutschland eine Definition von FSME-Hochrisiko- und -Risikogebieten erarbeitet¹, die auf der Zahl diagnostizierter FSME-Fälle in einzelnen Landkreisen basiert^{282 283}. Oft stützen sich jedoch auch differenzialdiagnostische Überlegungen auf die derart definierten Regionen mit hohem Erkrankungsrisiko.

Generell geht die Definition der Risikogebiete mit der Schwierigkeit einher, dass bei einem steigenden Anteil von gegen FSME geimpften Personen die FSME-Erkrankungszahlen abnehmen werden. Das kann dazu führen, dass Risikogebiete „verschwinden“, obwohl das FSME-Virus nach wie vor endemisch vorkommt. Umgekehrt ist die Entdeckung „neuer“ Risikogebiete daran gebunden, dass die FSME auch außerhalb der definierten Regionen in diagnostische Entscheidungsprozessen Berücksichtigung findet. Auf diese Wachsamkeit gegenüber der Erkrankung ist die scheinbare Ausbreitung und Ausweitung von deutschen FSME-Endemiegebieten in den letzten Jahren eher zurückzuführen als auf klimatische Veränderungen, die die Entstehung und Erhaltung eines FSME-Naturherdes begünstigen. Die Veränderungen auf der regelmäßig vom Robert-Koch-Institut veröffentlichten Landkarte der FSME-Hochrisiko- und Risikogebiete spiegeln diesen Prozess anschaulich wieder: Im Zeitraum zwischen April 1999 und April 2001 wurden die Landkreise Marburg-Biedenkopf (Hessen) und Birkenfeld (Rheinland-Pfalz) neu als Risikogebiete eingestuft, die Landkreise Aschaffenburg und Nürnberger Land wurden nicht mehr als Risikogebiete eingestuft.²⁸⁴ Zudem wurde zwischen 1998 und 1999 die Einstufung des Landkreises Tübingen von der eines Hochrisiko- in die eines Risikogebietes geändert.²⁸⁵ (Abb. A30a-A30c im Anhang).

Neben der Erfassung menschlicher Erkrankungsfälle können mögliche FSME-Endemiegebiete auch über die Bestimmung der Anti-FSMEV-Seroprävalenz beschrieben werden. Wie jedoch bei der Untersuchung z.B. im Kollektiv der Landwirte in Südbaden deutlich wurde, führt die zunehmende Umsetzung der FSME-Impfempfehlungen gerade bei beruflich oder in der Freizeit gegenüber Zecken exponierten Personen dazu, dass diese Personengruppen nicht mehr für seroepidemiologische Studien zur Verfügung stehen.

¹ Hochrisikogebiet: = 25 autochton FSME-Erkrankungen in 5-Jahres-Periode (Landkreis, seit 1981)

Risikogebiet: = 5 autochton FSME-Erkrankungen innerhalb 5-Jahres-Periode oder
= 2 autochton FSME-Erkrankungen in 2-Jahres-Periode (Landkreis, seit 1981)

Den geschilderten Schwierigkeiten kann durch die Verwendung von Tieren als Indikatoren begegnet werden, denn:

- (Wild-)Tiere sind oft stark von Zecken befallen.
- (Wild-)Tiere werden nicht gegen FSME geimpft.
- (Wild-)Tiere sind standorttreu und bilden eine definierte Region ab.
- (z.B. Lebensraum Fuchs: 7 bis 10 km Durchmesser, selten ≤ 50 km)
- (Wild-)Tiere zeigen überregional konstante Verhaltensweisen, d.h. sie sind homogen exponiert.
- (Wild-)Tier-Kollektive können regelmäßig untersucht werden, da – aufgrund der oft verhältnismäßig kurzen Lebensspanne der Tiere – stets nachkommen-de Jungtiere gegen Zecken exponiert werden.

Bei den geschilderten Gründen, die für die Verwendung von Tieren als Indikatoren sprechen, vereint die Betrachtung der Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei Menschen und Tieren der Vorteil, dass sie die von den Zecken ausgehenden Infektionen erfassen. Die Seroprävalenz ist stets das Produkt aus der FSMEV-Durchseuchung der Zecken und der Möglichkeit des Kontakts zwischen Zecke und Mensch bzw. Tier, während die Untersuchung allein der Zecken^{286 287} nur das Vorkommen des Virus bestätigen kann. Als weiterer Vorteil seroepidemiologischer Untersuchungen ist anzusehen, dass die Anti-FSMEV-Seroprävalenz ein Summenparameter über viele Zeckenstiche darstellt, so dass selbst Regionen mit niedriger FSMEV-Durchseuchung der Zecken über vergleichsweise kleine Tier- oder Menschen-Kollektiven beschrieben werden können.

An Untersuchungen zur Häufigkeit des für den Menschen pathogenen Fuchsbandwurms (*Echinococcus multilocularis*) wurde deutlich, dass die Verwendung von Tieren als Indikatoren nur sinnvoll ist, wenn für den Krankheitserreger bei Mensch und Tier der gleiche Übertragungsweg gilt. Werden Füchse im Hinblick auf ihren Bandwurmbefall untersucht, lässt sich damit nur die Erregerdichte und damit die Infektionsmöglichkeit für den Menschen beschreiben, eine Aussage über die Zahl menschlicher Erkrankungsfälle ist hierdurch nicht möglich.²⁸⁸

Wie bei den Ergebnissen der Untersuchung von Fuchsproben deutlich wurde, gelang mit Hilfe dieser Tierart die Abbildung der bekannten epidemiologischen Verhältnisse beim Menschen. Von besonderem Interesse sind die Ergebnisse aus dem Bereich des Odenwaldes, einer Region, deren Bedeutung für die FSME-Epidemiologie erst aufgrund steigender Fallzahlen in den letzten Jahren erkannt wurde. Die Fuchsseren dagegen stammten aus dem Jahr 1995 und somit aus einer Zeit, in der das endemische Vorkommen des FSME-Virus im Odenwald noch nicht allgemein bekannt war. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung hätten folglich – wäre sie früher erfolgt – dazu beitragen können, menschliche FSME-Fälle in der Region zu diagnostizieren und v.a. die Bevölkerung vor der FSMEV-Infektionsgefahr durch Zecken zu warnen.

Zur besseren Erfassung des FSMEV-Infektionsrisikos für den Menschen auch in Regionen mit bisher unbekanntem FSME-Risiko ist folglich die Verwendung von Indikatoren zu empfehlen, wobei das Wissen um geoökologische^{289 290} und klimatische²⁹¹ Bedingungen in die Beurteilung und Auswahl der Gebiete einfließen sollte. Zusätzlich muss darauf geachtet werden, dass vergleichende seroepidemiologische Untersuchungen an Tieren und Menschen unter standardisierten Bedingungen. Hierzu gehört vor allem die Verwendung serologischer Testverfahren hoher Spezifität, wobei innerhalb einer Studie stets dasselbe Verfahren eingesetzt werden muss. Andernfalls können Befunde aus verschiedenen Regionen nicht miteinander verglichen werden.

Da Angehörige exponierter Berufe auch in Regionen mit nur geringer FSMEV-Durchseuchung der Zecken (und damit auch nur sehr kleinen Fallzahlen in der Allgemeinbevölkerung) an FSME erkranken können, ist die Aufdeckung möglicher FSMEV-Infektionsgefahren gerade auch aus arbeitsmedizinischer Sicht notwendig.

III-2.3.3. Beruflich bedingtes Risiko für Zeckenstiche

Wie KAISER ET AL. bei Befragung von FSME-Patienten ermitteln konnten, erinnern bzw. bemerken nur ca. 60% der Betroffenen einen Zeckenstich²⁹². Generell ist die Zeckenstichanamnese folglich mit Ungenauigkeiten behaftet dahingehend, dass eine negative Zeckenstichanamnese nicht das Vorliegen einer zeckenbedingten Erkrankung ausschließen kann. Die in den verschiedenen vorgestellten Untersuchungen ermittelten Ergebnisse zeigen – trotz der Unzulänglichkeiten der Anamnese – einen deutlichen Zusammenhang zwischen der aufgrund von Beruf oder Freizeitaktivitäten möglichen Zeckenexposition und dem subjektiv wahrgenommenen Zeckenbefall auf. Interessanter Weise scheinen jedoch beruflich exponierte Personen über die bemerkten Zecken hinaus deutlich stärker mit Borreliien in Kontakt zu kommen scheinen als z.B. Freizeitexponierte (Abb. III-2.1.6.4). Dies ist am ehesten damit zu erklären, dass im Rahmen der vorgestellten Studien die Probanden aus entsprechend exponierten Berufen (Forstwirte, Landwirte etc.) im Verhältnis weniger Zeckenstiche angaben (evtl. auch bemerkten) als die Vergleichspersonen. Ein weiterer Aspekt des Zeckenstichrisikos wurde bei der Analyse des Landwirtekollektivs in Südbaden deutlich: bei allgemein hoher Zeckenstichhäufigkeit konnte keine besonders herausragenden Prädiktoren für ein im Einzelfall erhöhtes Risiko differenziert werden. Mit Bezug auf die Beurteilung von Hof- und Tätigkeitscharakteristika im Hinblick auf das Zeckenstichrisiko ist der Befund bemerkenswert, dass die Landwirte mit ökologischer Produktionsweise mehr Zeckenstiche angaben als die konventionell arbeitenden Kollegen. Möglicherweise ist dies auf den größeren Anteil manueller Tätigkeiten z.B. bei der Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau zurückzuführen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Befragungen wie auch die von KAISER ET AL.²⁹² ermittelten Zahlen verdeutlichen, dass die Zeckenstichanamnese im Rahmen der arbeitsmedizinischen Zusammenhangsbegutachtung von möglicherweise beruflich bedingten FSME- oder Borreliosefällen von untergeordneter Bedeutung ist. Die fehlende Angabe von Zeckenstichen schließt die Infektionsmöglichkeit generell nicht aus.

III-2.3.4. Beruflich bedingtes Infektionsrisiko für zeckengebundene Krankheitserreger

Wie oben für die jeweiligen Untersuchungen dargestellt, konnte durch bi- und multivariate Analysen der deutliche Einfluss der beruflichen Exposition auf das Borrelien- und FSMEV-Infektionsrisiko gezeigt werden. Hinsichtlich der Gefahr durch *Borrelia burgdorferi* standen Studienergebnisse aus der "Querschnittstudie Südbaden" einschließlich der "Substudie Landwirte", der "Kirchzartener Praxenstudie" wie auch aus den Querschnittstudie aus dem Elsass und dem Bergischen Land / Sauerland zur Verfügung. Die Quantifizierung des FSMEV-Infektionsrisikos erfolgte auf der Basis der Ergebnisse aus der "Querschnittstudie Südbaden", der "Kirchzartener Praxenstudie" und der entsprechenden "Fall-Kontroll-Studie". In allen durchgeführten Untersuchungen wurde deutlich, dass das berufs- bzw. tätigkeitsassoziierte Risiko einer Infektion mit einem zeckenübertragenen Krankheitserreger weit größer ist als die mit Freizeitgewohnheiten verbundene Infektionswahrscheinlichkeit. Dass den-

noch – wie von KAISER ET AL. am Beispiel der erfassten FSME-Fälle gezeigt¹²⁴ – die überwiegende Mehrzahl ($\geq 90\%$) der klinisch apparenten Fälle in der Freizeit erworben wird, ist dadurch erklärbar, dass in der erwerbstätigen Bevölkerung der Anteil von Beschäftigten in exponierten Berufen verhältnismäßig gering ist (z.B. Arbeitsamtbezirk Freiburg ungefähr 7%).

Gerade vor dem Hintergrund der für die arbeitsmedizinische Zusammenhangsbegutachtung wichtigen Abgrenzung zwischen beruflich bedingtem und freizeitassoziiertem Infektionsrisiko war die Beschreibung relativer Risiken für beruflich exponierte Personen im Vergleich zu freizeitexponierten oder nicht-exponierten Probanden von Bedeutung. Diese erfolgte auf der Grundlage altersstandardisierter gewichteter Kollektive, um eine mögliche Über- oder Unterschätzungen des Infektionsrisikos für Angehörige einer bestimmten Expositionsguppe aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung (Alter, Probandenzahl) der Teilkollektive zu vermeiden. Verglichen wurden jeweils die Probanden einer Region entsprechend der von ihnen selbst vorgenommenen Zuordnung zu einer der drei Expositionsguppen: „Aufenthalt in der Natur“: „oft (auch beruflich)“ – „häufig in der Freizeit“ – „(sehr) selten in Freizeit“ (vgl. Frage 4 in den Fragebögen, Tabelle A4-1 bis A4-5). Die relativen Risiken wurden zum einen für die beruflich exponierten Personen (Forstwirte / Waldarbeiter bzw. Landwirte) im Vergleich zu freizeitexponierten Probanden, zum anderen im Verhältnis zur Infektionsgefahr für nach eigenen Angaben nicht-exponierten Personen bestimmt. Letztere Analyse war für die Studie im Bergischen Land nicht möglich, da hier wie beschildert das Teilkollektiv ohne Exposition zu wenig Probanden umfasste.

Hinsichtlich des Infektionsrisikos für Borrelia burgdorferi wurde für Südbaden ein relatives Risiko (ermittelt als „prevalence risk ratio“ (PRR), vgl. Erläuterungen S. 50) von 3,6 für Forstwirte/Waldarbeiter gegenüber Freizeitexponierten und von 7,4 gegenüber Personen ohne Freizeitexposition ermittelt. Die entsprechenden Werte für Landwirte betrugen 2,1 (vs. Freizeitexposition) bzw. 4,4 (vs. keine Exposition). Das Infektionsrisiko der Forst- verglichen mit dem der Landwirte war 1,9fach höher (Abb. III-2.3.4.1).

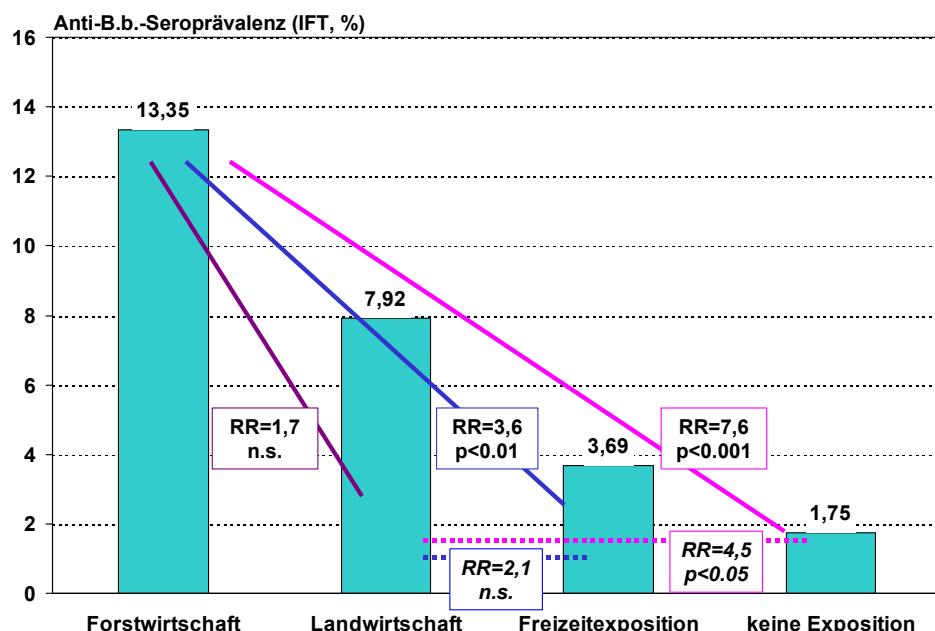


Abbildung III-2.3.4.1: Südbaden: Anti-B.b.-Seroprävalenz in den verschiedenen Expositionsguppen, Vergleich altersstandardisierter gewichteter Kollektive (n=120), Angabe des relativen Risikos (RR) (ermittelt als PRR)

In der benachbarten Region Elsass lag die Relation in einem ähnlichen Bereich: die berufliche Exposition ging mit einem gegenüber der Freizeitexposition 4,2fach höheren Infektionsrisiko einher, im Vergleich zu den nicht-exponierten Probanden betrug der Wert 10,6 (Abb. III-2.3.4.2). Die hier erfassten Probanden aus der Landwirtschaft hatten folglich ein deutlich erhöhtes Risiko für Kontakt mit infizierten Zecken gegenüber der Situation in der Allgemeinbevölkerung.

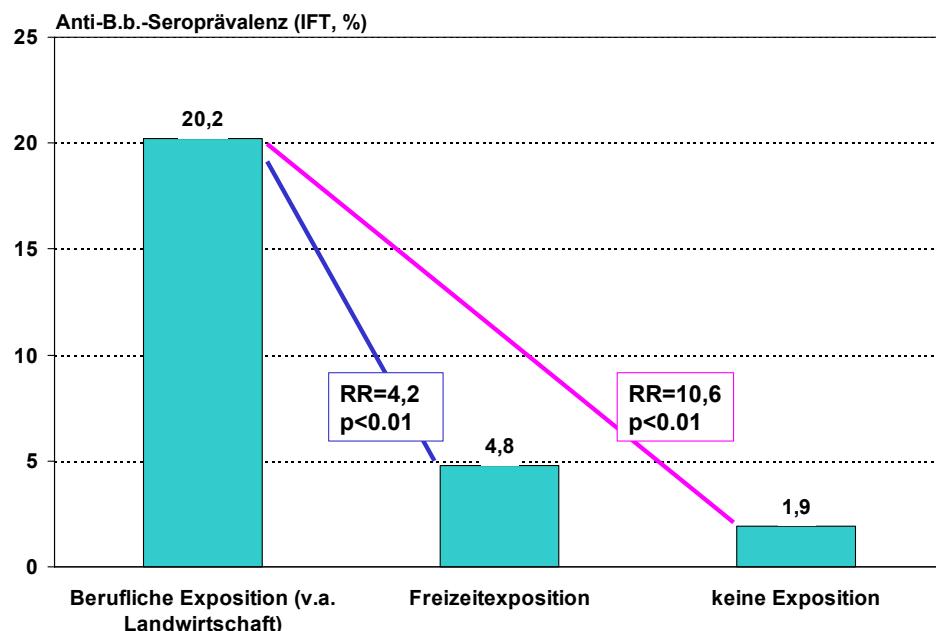


Abbildung III-2.3.4.2: Elsass: Anti-B.b.-Seroprévalenz in den verschiedenen Expositionsguppen, Vergleich altersstandardisierter gewichteter Kollektive (n=120), Alter 18-49 Jahre, Angabe des relativen Risikos (RR) (ermittelt als PRR)

Vergleichbar mit den Verhältnissen in den beiden bereits dargestellten Regionen betrug das relative Risiko für eine stattgehabte B.b.-Infektion in der Region Bergisches Land/Sauerland für Forstwirte/Waldarbeiter 2,4 im Vergleich zu freizeitexponierten bzw. 2,7 zu nicht-exponierten Personen. Die vergleichende Darstellung mit den Probanden, die keine Exposition in Beruf oder Freizeit angaben, ist hier jedoch nur eingeschränkt möglich, da dieser Gruppe nur n=55 Personen zugeordnet werden konnten und zugleich eine verhältnismäßig hohe Anti-B.b.-Seroprévalenz auffiel.

Da, wie beschrieben, in der Gruppe mit Freizeitexposition sehr viele Jäger waren, wurden für die vergleichende Darstellung Teilkollektive (Freizeitexposition mit Jagd – Freizeitexposition ohne Jagd) gebildet. Hierbei zeigte sich, dass die Ausübung des Hobbys „Jagd“ durch nicht beruflich exponierte Personen mit einem nahezu gleich großen B.b.-Infektionsrisiko einher geht wie die berufliche Exposition (Abb. III-2.3.4.3).

Allgemein scheint – wie auch in den bivariaten Analysen fast aller vorgestellten Studien gezeigt - dem Hobby „Jagd“ bei in der Freizeit exponierten Probanden eine besondere Bedeutung für das Risiko zeckenbedingter Erkrankungen zuzukommen. Dennoch wurde bei den multivariaten Betrachtungen in den vorgestellten Studien deutlich, dass bei zugleich bestehender beruflicher Exposition durch Tätigkeit in der Land- oder Forstwirtschaft das Infektionsrisiko durch die Ausübung des Hobbys „Jagd“ nicht signifikant beeinflusst wird. Generell kommt folglich der beruflichen Ex-

position die größte Bedeutung im Hinblick auf die B.b.-Infektionswahrscheinlichkeit zu.

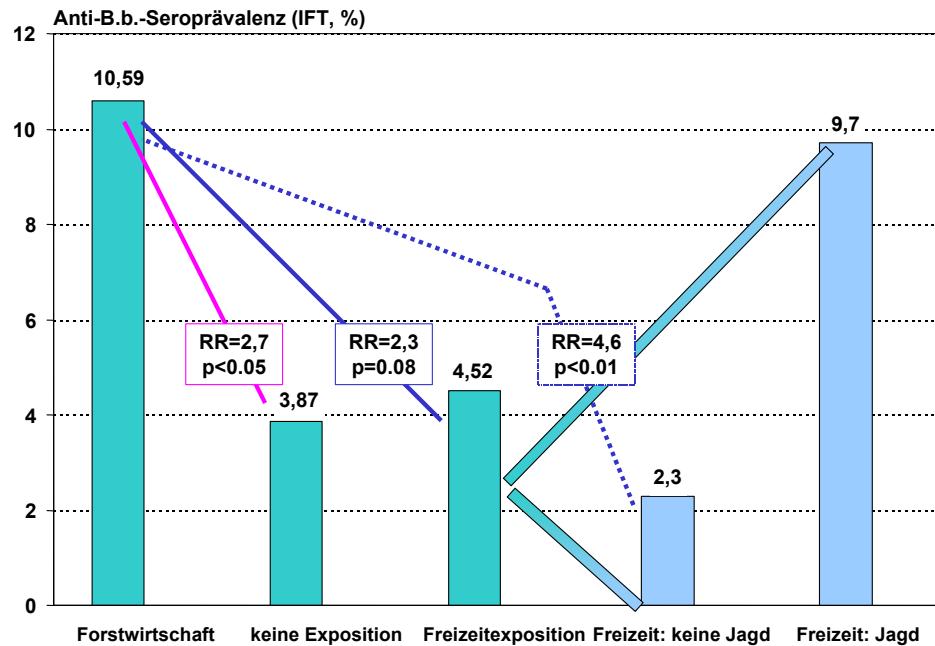


Abbildung III-2.3.4.3: Bergisches Land/Sauerland: Anti-B.b.-Seroprävalenz bei beruflicher und freizeitassozierter Exposition, Vergleich altersstandardisierter gewichteter Kollektive (n=120), Alter 18-49 Jahre, Angabe des relativen Risikos (RR) (ermittelt als PRR)

Zum Vergleich des FSMEV-Infektionsrisikos in altersstandardisierten Kollektiven standen die Ergebnisse der südbadischen Querschnittsstudie zur Verfügung. Hier resultierte für die Forstwirte und Walddarbeiter ein im Verhältnis zu freizeitexponierten Personen 1,9fach und im Vergleich zu nicht-exponierten Probanden 4,4fach erhöhtes Infektionsrisiko (Abb. III-2.3.4.4).

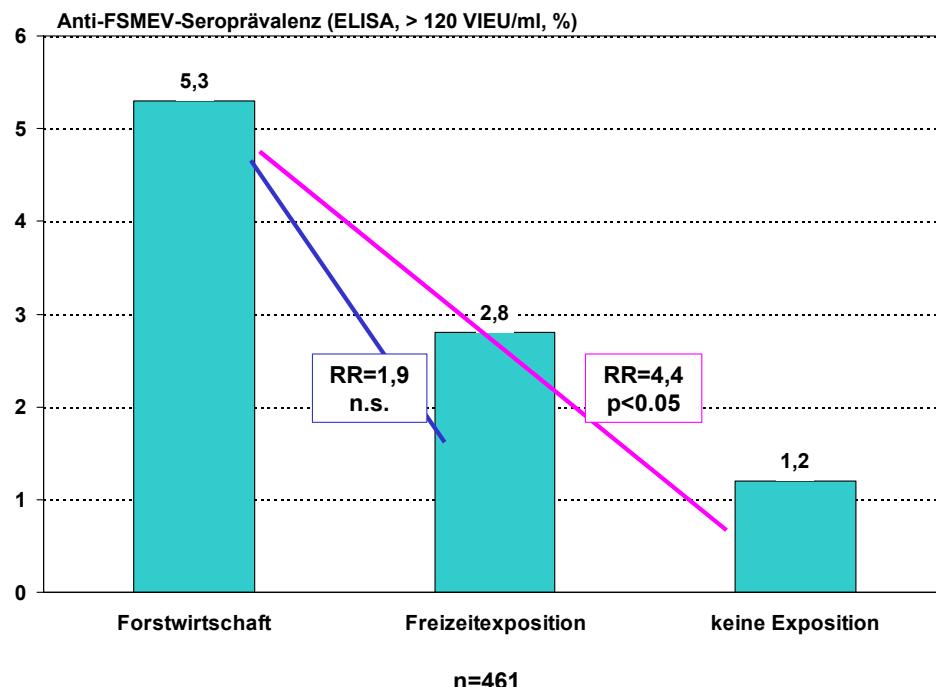


Abbildung III-2.3.4.4: Südbaden: Anti-FSMEV-Seroprävalenz in den verschiedenen Expositionsgруппen, Vergleich altersstandardisierter Kollektive (Forst: n=114, Freizeit: n=177, k. Exposition: n=170), Alter 18-49 Jahre, Angabe des relativen Risikos (RR) (ermittelt als PRR)

Das FSMEV-Infektionsrisiko der südbadischen Landwirte konnte, wie geschildert, nicht quantifiziert werden, da die hohe Durchimpfungsquote mit einer sehr niedrigen Seroprävalenz einher ging. Anhand der vorgestellten Daten hinsichtlich des B.b.-Infektionsrisikos lässt sich jedoch generell ableiten, dass Personen mit entsprechender beruflicher Exposition ein Risiko für Infektionen mit durch Zecken übertragenen Krankheitserregern haben, das im Verhältnis zu nicht- oder in der Freizeit exponierten Personen deutlich erhöht ist. Für die Landwirte in Südbaden gilt folglich: da das Vorkommen des FSME-Virus in der Region gesichert ist, kann ein gegenüber der nicht-exponierten Bevölkerung deutlich erhöhtes Infektionsrisiko angenommen werden. Der in der FSME-Fall-Kontroll-Studie aufgezeigte überproportionale Anteil von Landwirten unter den FSME-Patienten unterstützt diese Annahme. Eine Quantifizierung des FSMEV-Infektionsrisikos für Landwirte war jedoch auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht möglich.

Die in den vorgestellten Studien erhobenen Daten zur herausragenden Bedeutung der beruflichen Exposition im Hinblick auf das Risiko einer Infektion mit zeckenübertragenen Krankheitserregern decken sich mit Angaben aus der Literatur, in denen das beruflich bedingte Infektionsrisiko mit FSMEV oder *Borrelia burgdorferi* beschrieben wurde (Tabelle III-2.3.4.1).

Frühsommermeningoenzephalitis		
Region, Jahr	Charakteristika der Untersuchung	Ergebnisse
Thüringen, 1993 ²⁹³	N exponiert = 463 N Blutspender = 100 N Studenten = 26 ELISA >100 VIEU/ml	Seroprävalenz Forstarbeiter: 5,6% Gartenarbeiter: 11,5% Blutspender: 0% Studenten: 0%
Süddeutschland, 1986 ²⁹⁴	8526 Personen aus Endemiegebieten Neutralisationstest	Seroprävalenz Forstarbeiter: 4,6% Landwirtschaft: 3,3% Allgemeinbevölkerung: 1,1-2%
Deutschland, 1979 ²⁹⁵	4998 Personen aus ländlichen Gebieten Neutralisationstest	Seroprävalenz Forstwirtschaft: 3,3% Landwirtschaft: 2,1%
Polen, 1995 ²⁹⁶	N _{ges.} = 613 N _{Forst} = 227 Gesunde Personen FSME-Endemiegebiet ELISA > 60 VIEU/m	Seroprävalenz Forstarbeiter: 13,7% Andere: 1,5% Signifikanter Unterschied
Ungarn, 1982 ²⁹⁷	1940 FSME-Fälle serologisch bestätigt Hämagglutinationshemmtest	Überrepräsentiert unter den Fällen : Forstwirtschaft: 16% Landwirtschaft: 21%

Tabelle III-2.3.4.1: Beruflich bedingte Infektionsgefahr durch zeckenbedingte Krankheitserreger - Auswahl von Daten aus der Literatur, Teil a: FSME

Borreliose		
Bayern, 1985 ²⁹⁸	N=242 Waldarbeiter N= 74 Kontrollen IFT	Seroprävalenz Waldarbeiter 16,5% Kontrollen 1,4%
Brandenburg, 1992 ²⁹⁹	N=630 Waldarbeiter N=200 Blutspender (Kontrollen) IFT/WB	Seroprävalenz Waldarbeiter 8% (IFT), 18% (WB) Blutspender 4% (IFT), 5% (WB) signifikanter Unterschied (p<0.05)
Polen, 1998 ³⁰⁰	N=836 Waldarbeiter N= 56 Landwirte N= 50 Blutspender (Kontrollen) IFT	Seroprävalenz Waldarbeiter 26% Landwirte 11% Kontrollen 6% signifikanter Unterschied (p<0.01)
Frankreich, 1997 ³⁰¹	N=211 Waldarbeiter N= 31 Blutspender (Kontrollen) IFT	Seroprävalenz Waldarbeiter 15,2% Kontrollen 3,2% knapp nicht signifikant (p=0.05)
Niederlande, 1989 ³⁰²	N=151 Waldarbeiter N=151 Büroangestellte ELISA, WB	Seroprävalenz Waldarbeiter 19,9% Büroangestellte 6%
Spanien, 1990 ³⁰³	N= 21 Waldarbeiter N= 21 Kontrollen IFT	Seroprävalenz Waldarbeiter 38% Kontrollen 0
England, 1993 ³⁰⁴	N= 44 Arbeiter in Parks N= 27 Tierwärter (Zoo) ELISA 1 (Ultrasonikat) ELISA 2 (Flagellin) WB	Seroprävalenz Parkarbeiter 24% (ELISA 1), 14% (ELISA 2), 32% (WB) Tierwärter 4% (ELISA 1), 0% (ELISA 2), 3,7% (WB)
Schweiz, 1988 ³⁰⁵	N=259 Waldarbeiter N=100 Blutspender ELISA 1 (Ultrasonikat) ELISA 2 (Flagellin) cut-off bei Blutspender be- stimmt	Seroprävalenz Waldarbeiter 33% (ELISA1), 35% (ELISA 2) Waldarbeiter <25 J.: 20,2% Waldarbeiter >54 J.: 60,5%
Japan, 1994 ³⁰⁶	N=222 Waldarbeiter N=760 Kontrollen (Landbevölkerung) IFT	Seroprävalenz Waldarbeiter 5,9% Landbevölkerung 1,1% signifikanter Unterschied (p<0.01)

Tabelle III-2.3.4.1: Beruflich bedingte Infektionsgefahr durch zeckenbedingte Krankheitserreger - Auswahl von Daten aus der Literatur, Teil b: Borreliose

Grundsätzlich ist bei der zusammenfassenden Darstellung verschiedener Studien jedoch zu beachten, dass aufgrund der Verwendung verschiedener Testverfahren oder unterschiedlicher Kollektivzusammensetzung (z.B. fehlende Altersstandardisierung) ein direkter Vergleich von Angaben zum allgemeinen oder beruflich bedingten Infektionsrisiko nicht möglich ist. Zu bedenken ist weiterhin, dass die regional unterschiedliche Inzidenz für die FSME aufgrund der geschilderten kleinräumigen Endemiegebiete typisch ist. Trotz der allgemeinen Verbreitung der Borreliose sind jedoch auch hier regional verschiedene Erkrankungshäufigkeiten bekannt.

Die vorgestellten Befunde aus dem landwirtschaftlichen Kollektiv aus Südbaden machten deutlich, dass bei allgemein hohem Infektionsrisiko keine besonders deutlich gefährdeten Subgruppen differenziert werden konnten. Ein ähnliches Ergebnis resultierte in einer im Frühjahr 2001 vorgestellten Untersuchung aus Bayern. Hier betrug die Anti-B.b.-Seroprävalenz bei Beschäftigten der bayerischen Wasserwirtschafts- und Straßenbauämter 14%; Untergruppen mit erhöhtem Infektionsrisiko konnten nicht differenziert werden.^{307 308} Im Hinblick auf die Höhe der B.b.-Durchseuchung ist einschränkend anzumerken, dass das Kollektiv der zitierten Untersuchung nicht altersstandardisiert zusammengesetzt war und nicht gleichzeitig vergleichend die Seroprävalenz in der Allgemeinbevölkerung erfasst wurde.

Im Hinblick auf die FSME ist bei der Bewertung von Studienergebnissen zusätzlich zu beachten, dass die Erfassung von Infektionsgefahr oder spezifischer Infektionsrisiken nur auf der Grundlage von nicht gegen die Erkrankung geimpften Probanden erfolgen kann. Wie bei der Untersuchung der Landwirte in Südbaden beschrieben, kann ein hoher Anteil von geimpften Personen in einer Expositionsgruppe so die Beurteilung des Infektionsrisikos unmöglich machen. Problematisch ist hierbei generell nicht nur die hohe Durchimpfung in der fraglichen Probandengruppe, sondern auch der unterschiedliche Anteil geimpfter Personen in verschiedenen Expositionsgruppen. Waren im Kollektiv der Querschnittsstudie Südbaden nur 1,2% der nicht-exponierten und 2,2% der in der Freizeit exponierten Probanden gegen FSME geimpft, betrug der Anteil 22,5% unter den Landwirten und sogar 42,3% bei den Forstwirten und Waldarbeitern. Dieselbe Schwierigkeit berichtete KIENHOLZ bei einer Untersuchung aus den Jahren 1987/88 im Raum Aschaffenburg: Während hier in der Personengruppe mit möglicher Zeckenexposition (Jäger, Forstwirte, Waldarbeiter) 14% der Probanden gegen FSME geimpft waren, betrug dieser Anteil in der Allgemeinbevölkerung nur 2%. In der Folge lag unter den nicht-geimpften Personen die Anti-FSMEV-Seroprävalenz bei beruflicher Exposition deutlich niedriger (0,8%) als ohne entsprechend hohes Infektionsrisiko (2,9%).³⁰⁹

Der in den südbadischen Studien dokumentierte hohe Anteil gegen FSME geimpfter Probanden unter den gegenüber Zecken exponierten Studienteilnehmern zeigt anschaulich, dass die Indikation zur FSME-Impfung von den betroffenen Personen gesehen wird und die Impfbereitschaft in diesen Personengruppen hoch ist. Deutlich wurde bei der Analyse gerade des Landwirte-Kollektivs, dass die Entscheidung für die Impfung abhängig zu sein scheint von der subjektiv erfahrenen Exposition – fassbar in der Zahl der Zeckenstiche oder in Tätigkeiten mit möglicherweise besonders starker Zeckenexposition im Bereich der Waldarbeit oder der Weidehaltung von Vieh.

Allgemein sollten die betroffenen Berufsgruppen beraten werden hinsichtlich der potenziellen Gefährdung durch Zeckenstiche bei der Arbeit in der Natur. Gerade im Hinblick auf die (derzeit noch) nicht impfpräventable Borreliose müssen hierbei auch allgemeine Maßnahmen zum Schutz vor Zeckenkontakt (z.B. geschlossene Kleidung, Repellentien) erläutert werden.

Für den Bereich der Landwirtschaft müssen als gefährdende Tätigkeiten gelten alle Arbeiten im Bereich von:

- Wiesen, Weiden oder Brachland (mit oder ohne Viehhaltung)
- Streuobstwiesen oder Obstplantagen mit höherem Gras
- Böschung von Weinbergen, Feldern, Gemüse-/Getreideäcker
- Einholen von Grünschnitt, Grünfütterung im Stall
- Grasschnitt für Silage- oder Heubereitung
- Walddarbeit
- Böschung von Straßen oder Wegen
 - Umgang mit Haus- und Nutztieren

Die Beurteilung im Einzelfall kann weitere Möglichkeiten für den Kontakt mit infizierten Zecken ergeben.

III-3. Erfassung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung

III-3.1. Luftgetragene biologischen Arbeitsstoffe

Auf den acht Höfen wurden insgesamt n=39 Endotoxinbestimmungen, n=37 Schimmelpilzmessungen (mit n=2 Bestimmungen von *Aspergillus fumigatus*) und n=41 Konzentrationsbestimmungen von Bakterien durchgeführt, wobei in n=13 Fällen eine Differenzierung hinsichtlich coliformer Bakterien, *E. coli*, Enterokokken und Staphylokokken erfolgte. Die auf den einzelnen Höfen durchgeführten Messungen sind im Anhang (Tabelle A13-1 bis A13-8) zusammengefasst.

Die Wahl des indirekten Verfahrens zur Bestimmung der Schimmelpilz- wie auch der Bakterienkonzentrationen führte dazu, dass – in Arbeitsbereichen mit geringer Luftbelastung – die Nachweisgrenze der Methode unterschritten wurde (nach Angaben des BIA: Schimmelpilze: ca. 1000 KBE/m³, Bakterien ca. 950 KBE/m³ⁱ; im hier verwendeten Verfahren: Bakterien: 952 KBE/m³ und (je nach Dauer der Probenahme) Schimmelpilze: 117-952 KBE/m³). In Fällen mit einem grenzwertigen Ergebnis war Keimwachstum nicht auf allen drei parallel bebrüteten Nährmedien nachweisbar, so dass die Konzentration mit z.B. “<952 KBE/m³” angegeben wurde. Ein allgemeiner Vergleich zwischen (nicht exakt quantifizierbaren) niedrigen Keimkonzentrationen und (quantifizierten) hohen bis sehr hohen Gesamtkeimzahlen war trotz der genannten methodischen Einschränkungen möglich.

Die Ergebnisse werden nachfolgend nicht hofspezifisch, sondern auf die gehaltene Tierart bezogen zusammengefasst.

III-3.1.1. Rinderhaltung

Die Gesamtbakterienkonzentration lag in den Kuh-, Bullen- oder Kälberställen im Bereich zwischen 9*10³ KBE/m³ und 2*10⁵ KBE/m³, wobei die höheren Konzentrationen meist in Zusammenhang mit der Fütterung oder sonstigen menschlichen Aktivitäten im Stall standen. Die niedrigen Werte im Bereich des Liegestalls von Hof 1 könnte durch die Tatsache bedingt sein, dass dort kein Stroh als Einstreu für die Liegeboxen verwendet wird, sondern die Tiere auf Matratzen liegen, die lediglich minimal mit Sägemehl bestreut werden. Die hohen Werte in den Ställen von Hof 2 gingen mit einer auch optisch deutlichen Verunreinigung einher. Einen Sonderfall stellte zudem der Kälberstall auf Hof 4 dar, da die Tiere hier an Durchfall erkrankt waren, und so auch dieser Stall stark verschmutzt war. Auf zwei Höfen wurde die Luft über den Spaltenböden beprobt, während die darunter lagernde Gülle gerührt wurde, was mit einer starken Geruchsemission einher ging (Hof 1 und Hof 3); eine besonders hohe Bakterienemission konnte hierbei nicht festgestellt werden (Abb. III-3.1.1.1).

Die Endotoxinkonzentration folgte im wesentlichen dem für die Gesamtbakterien beschriebenen Muster: höhere Werte fanden sich bei der Fütterung sowie in den weniger gut gereinigten Bereichen von Hof 2 und Hof 4 (Kälber mit Durchfall). Wie bei den Bakterienmessungen konnten auch für die Endotoxine keine erhöhten Konzentrationen über der gerührten Gülle festgestellt werden (Abb. III-3.1.1.2).

Bei Erfassung der Gesamt-Schimmelpilze konnten in der Regel nur grenzwertige Konzentrationen festgestellt werden. Eine Ausnahme bildeten 2 Messungen im Be-

ⁱ Angaben entnommen aus dem BIA-Merkblatt “Benutzerhinweise für die Auswahl von Meßverfahren für biologische Arbeitsstoffe” (Kennziffer 9417)

reich des Futtertisches, wo eine Konzentration von 353 KBE/m³ (Futterstall-Ruhe; Hof 1) bzw. 508 KBE/m³ (Futtertisch kurz nach Fütterung; Hof 2) gefunden wurde.

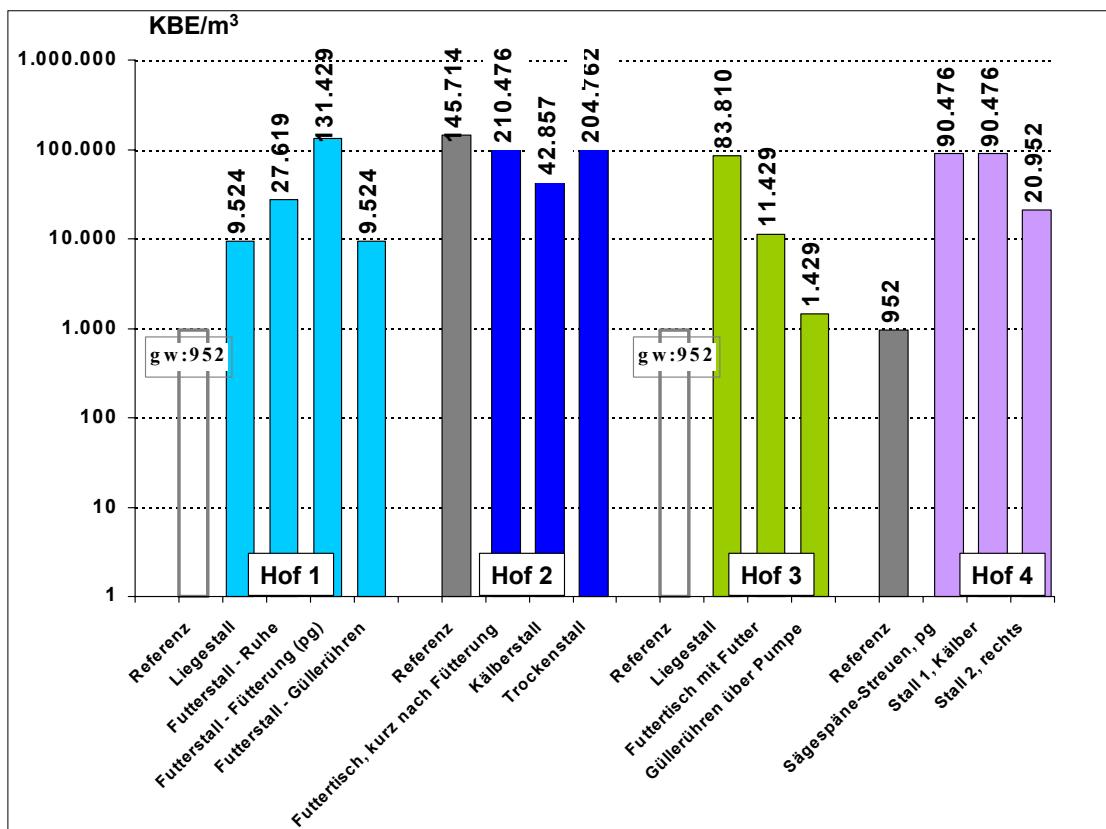


Abbildung III-3.1.1.1: Gesamtbakterienkonzentrationen in Bereichen der Rinderhaltung (gw=Grenzwert)

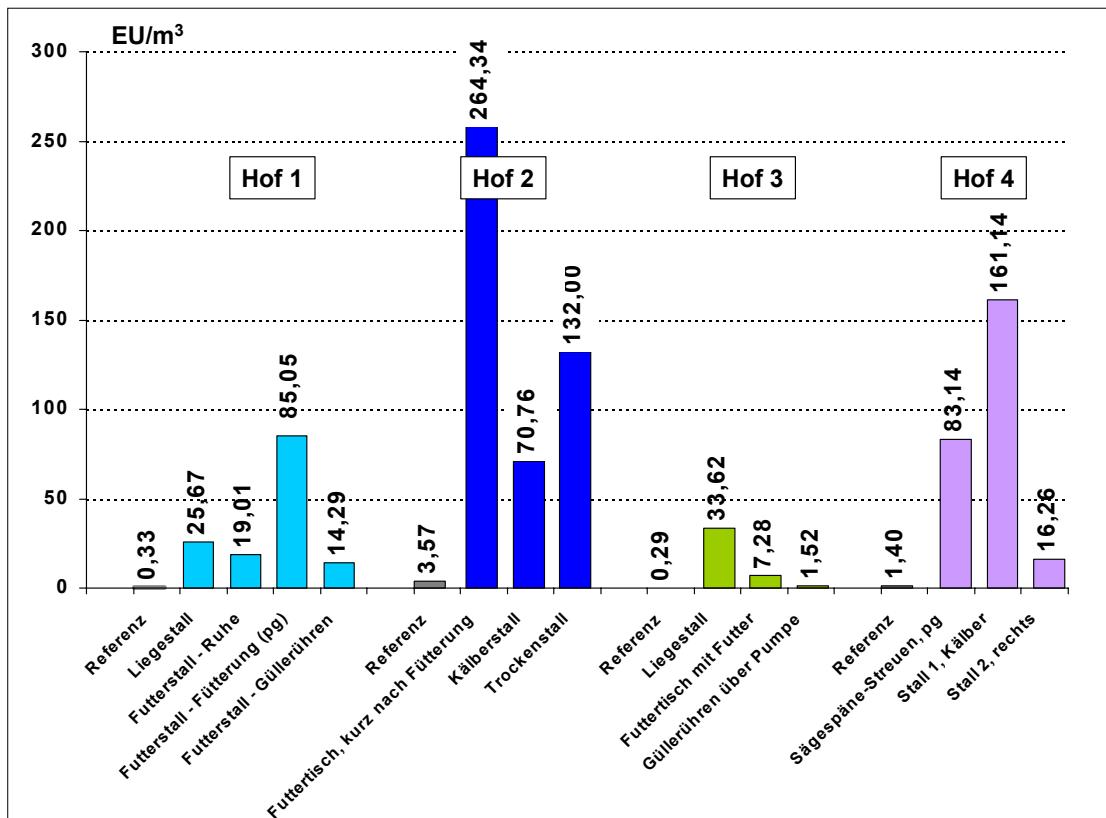


Abbildung III-3.1.1.2: Endotoxinkonzentrationen in Bereichen der Rinderhaltung

Zwei Tätigkeiten gingen mit auffallend hohen Expositionen gegenüber biologischen Arbeitsstoffen einher: es handelte sich um das Strohhäckseln zum Einstreuen der Liegeboxen (Hof 2) und die Bullenfütterung (Hof 3). Bei ersterer Tätigkeit war die Staubentstehung so stark, dass die Filter makroskopisch von Partikeln bedeckt waren – die außerordentlich hohen Werte sind vermutlich hierauf zurückzuführen (Abb. III-3.1.1.3). Im zweiten Fall war die hohe Schimmelpilzkonzentration vermutlich dadurch verursacht, dass die verfütterte Silage sichtbar verschimmelt war. Wie oben geschildert, ging die Silagefütterung ansonsten mit keinen nennenswerten Schimmelpilzexpositionen einher (Abb. III-3.1.1.4.).



Abbildung III-3.1.1.3: Strohhäckseln

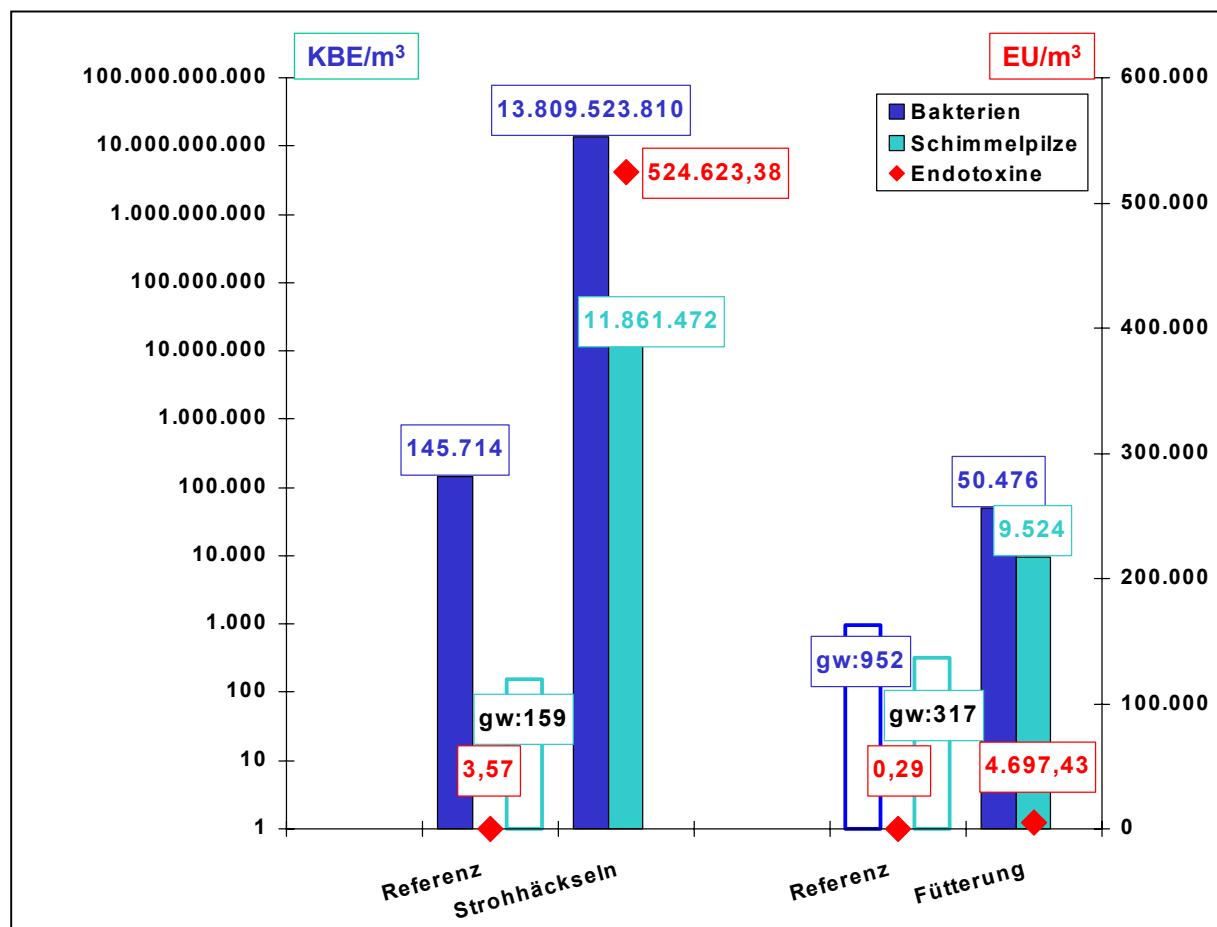


Abb. III-3.1.1.4: Tätigkeiten in der Rinderhaltung: hohe Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen, personengetragene Messung (Strohhäckseln: Filter waren staubbedeckt); leere Säulen: grenzwertige Befunde

III-3.1.2. Geflügelhaltung

Neben der Probennahme in einem Taubenstall, konnten Messwerte in einem kleinen Legehennenbestand in Bodenhaltung (Hof 2) und auf einem großen Betrieb mit Legehennen in Boden- und Käfighaltung (Hof 5) gewonnen werden. Bei letzterem handelte es sich bei "Käfig 1" um Legehennen, die schon mehrere Monate in den Käfig gehalten wurden, die Hennen in "Käfig 2" dagegen waren frisch eingesetzt, die Legephase begann gerade.

Die Bakterienkonzentration lag in dem (auch optisch sauberen) Taubenstall deutlich niedriger als in den Legehennenställen. Unter letzteren ergaben sich auf Hof 2 und Hof 5 in der Bodenhaltung deutlich höhere Gesamtbakterienkonzentrationen als in den beiden Käfighaltungsbereichen von Hof 5 (888.714 KBE/m³ bzw. 914.286 KBE/m³ versus 63.810 KBE/m³ ["Käfig 1"] bzw. 27.619 KBE/m³ ["Käfig 2"]) (Abb. III-3.1.2.1). Auffallend ist der hohe Gesamtbakterienwert bei der Referenzmessung auf beiden Betrieben.

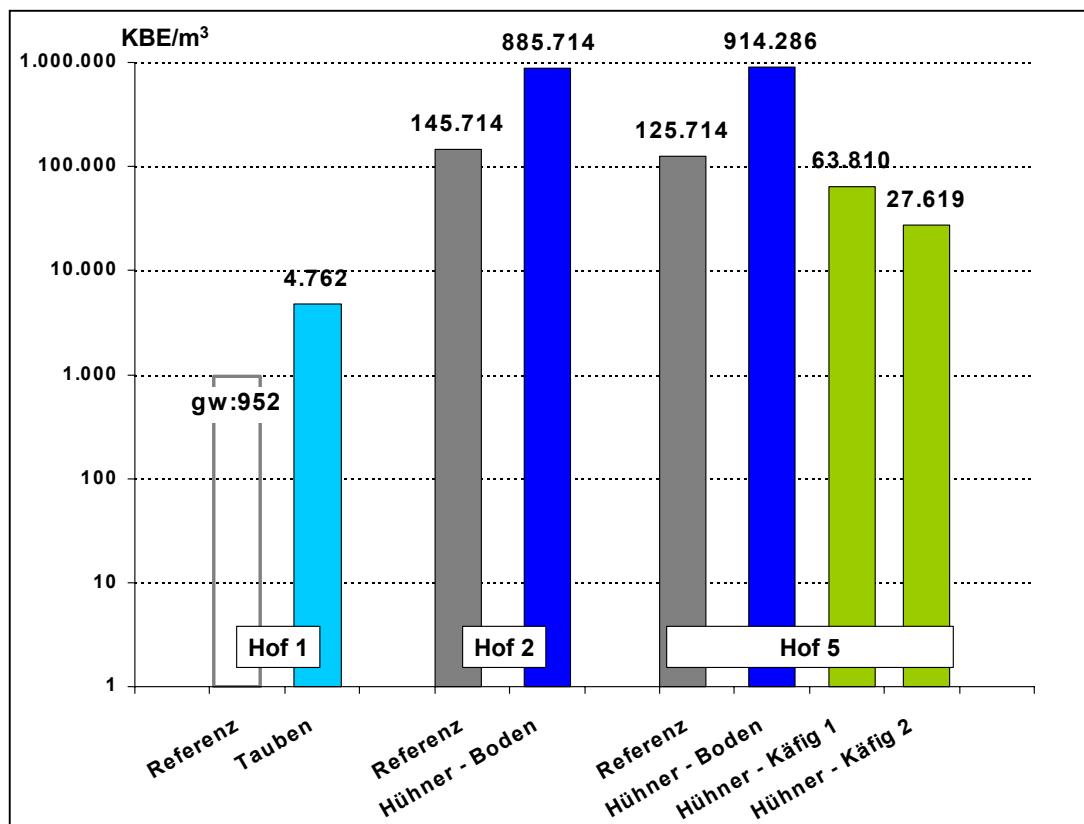


Abb. III-3.1.2.1 Gesamtbakterienkonzentration im Bereich der Geflügelhaltung (gw=Grenzwert)

Schimmelpilze konnten in allen beprobten Bereichen nur grenzwertig nachgewiesen werden (<317 KBE/m³), allein in der Bodenhaltung auf Hof 5 wurde die geringe Konzentration von 317 KBE/m³ gefunden.

Auch bei der Erfassung der Endotoxinkonzentration ergaben sich im Taubenstall deutlich niedrigere Werte als im Bereich der Legehennenhaltung. In letzterem ging die Bodenhaltung auf Hof 2 mit sehr viel höheren, die Bodenhaltung auf Hof 5 mit etwas höheren Werten einher als die Käfighaltung (Abb. III-3.1.2.2).

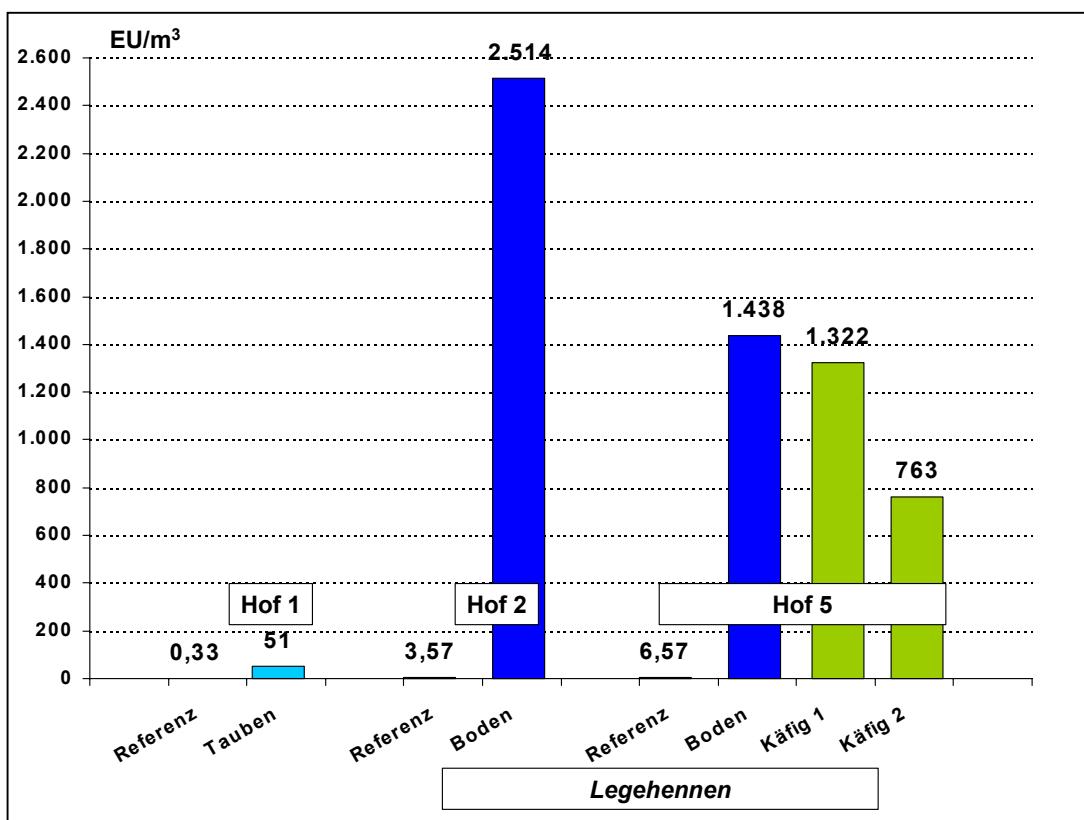


Abb. III-3.1.2.2: Endotoxinkonzentrationen im Bereich der Geflügelhaltung

Im Bereich "Käfig 1" lagen sowohl die Bakterien- als auch die Endotoxinkonzentrationen höher als in "Käfig 2". Dies mag zum einen auf das höhere Alter der Legehennen und dem damit einhergehend reduzierten Allgemeinzustand (vgl. Abb. III-3.1.2.3) zusammenhängen, zum anderen jedoch darauf zurückzuführen sein, dass sowohl die Lufttemperatur als auch die relative Luftfeuchtigkeit zum Zeitpunkt der Messung in "Käfig 1" etwas höher lag (18,6-24,9°C, 63-70 % rel. Feuchte) als in "Käfig 2" (21,8°C, 55 % rel. Feuchte). Da jedoch nur explorativ gewonnene Einzelwerte vorliegen, lassen diese keinen endgültigen Schluss zu.



Abb. 3.1.2.3 Legehennen: "Käfig 1" (braune Hühner) und "Käfig 2" (weiße Hühner)

Auf Hof 5 waren zwei Arbeitsplätze im Bereich der Legehennenhaltung eingerichtet, an denen vornehmlich Eier angenommen und kontrolliert wurden. Beide waren räumlich nicht vom Haltungsbereich der Tiere abgegrenzt.

Aufgrund lüftungstechnischer Maßnahmen war jedoch der Arbeitsplatz im Bereich der Käfighaltung mit Frischluft versorgt, wohingegen in der Bodenhaltung für Mensch und Tier annähernd gleiche klimatische Bedingungen herrschten. Entsprechend ergaben sich am Arbeitsplatz im Bereich der Bodenhaltung höhere Endotoxinkonzentrationen als im Bereich der Käfighaltung ($995,24 \text{ EU/m}^3$ vs. $157,14 \text{ EU/m}^3$). Die lüftungstechnischen Maßnahmen im Bereich des Arbeitsplatzes in der Käfighaltung führten folglich zu einer deutlichen Reduktion der Gesamtbakterien- und Endotoxin-konzentrationen (Abb. III-3.1.2.4).

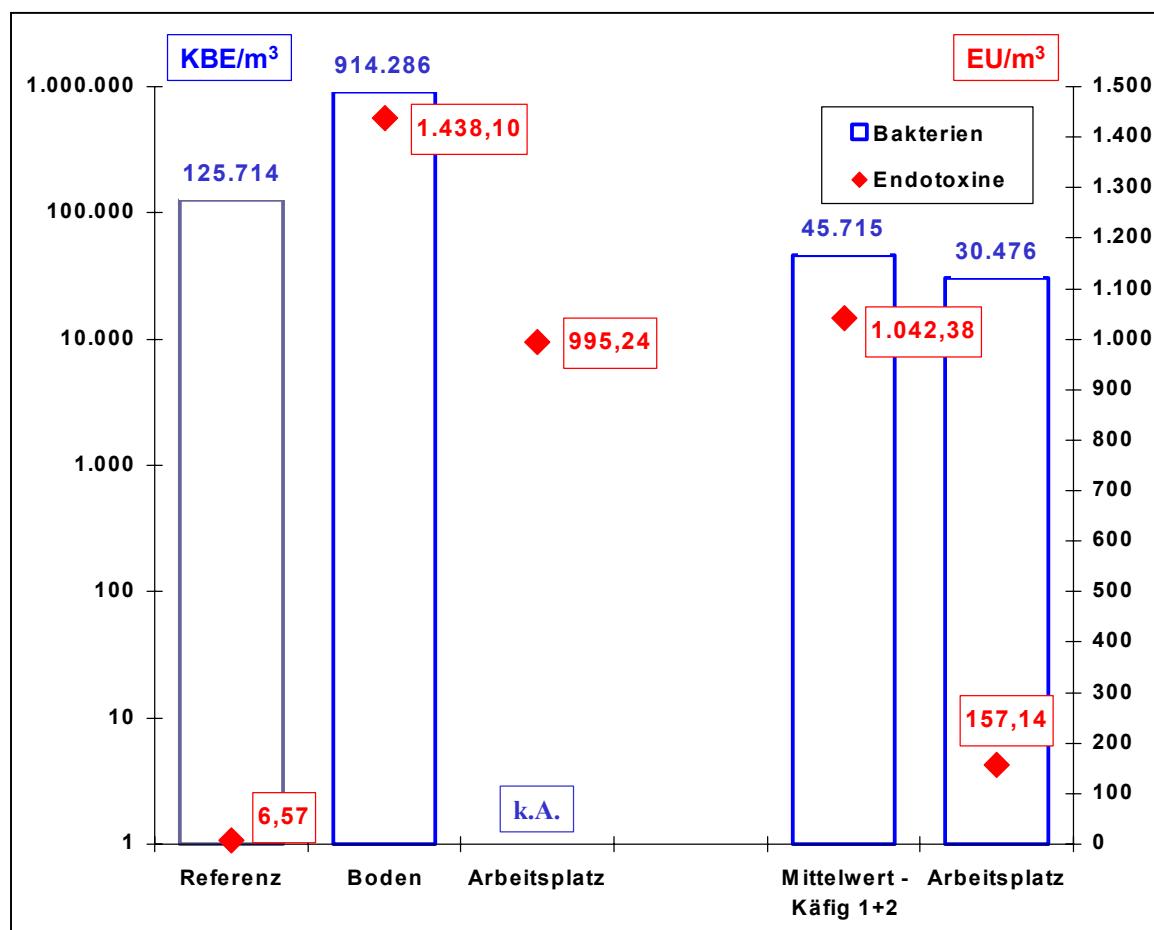


Abb. III-3.1.2.4: Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe: Arbeitsplatz vs. Legehennenbereich bei Boden- und Käfighaltung (hier: Mittelwerte aus "Käfig 1" und "Käfig 2")

III-3.1.3. Pferdehaltung

Verglichen wurde die Emission bei den Tätigkeiten im Bereich der Pferdeboxen, d.h. das Ausmisten bzw. Einstreuen von Stroh (Großballen, Gerste) bzw. Sägespänen (Hof 6) und Hanf (Hof 7). „Ruhewerte“ wurden in diesem Bereich nicht gewonnen, allerdings ergab sich aus der unten (vgl. Abschnitt III-3.2.3) dargestellten Partikelmessung eine deutlich erniedrigte inhalative Staubbelastung im Pferdestall ohne menschliche Aktivitäten im Vergleich zum Einstreuen der Boxen.

Generell führte das Ausmisten zu niedrigeren Konzentrationen luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe als das Einstreuen mit trockenem Material. Im Hinblick auf die Einstreumaterialien ging Stroh mit den höchsten Werten einher für Gesamtbakterien ($16.000.000 \text{ KBE/m}^3$) und Gesamt-Schimmelpilze (424.242 KBE/m^3), wohingegen das Einstreuen mit Hanf zu den höchsten Endotoxinkonzentrationen führte ($22.171,43 \text{ EU/m}^3$ vs. Stroh: $14.043,29 \text{ EU/m}^3$). Die Verwendung von Sägespänen war mit den niedrigsten Werten für die Endotoxinkonzentration verbunden ($2.206,80 \text{ EU/m}^3$), die Gesamt-Schimmelpilzkonzentration lag bei Sägespänen und Hanf im selben Bereich (29.478 KBE/m^3 vs. 23.333 KBE/m^3). Die Ergebnisse sind in Abbildung III-3.1.3.1 bis III-3.1.3.3 zusammengestellt.

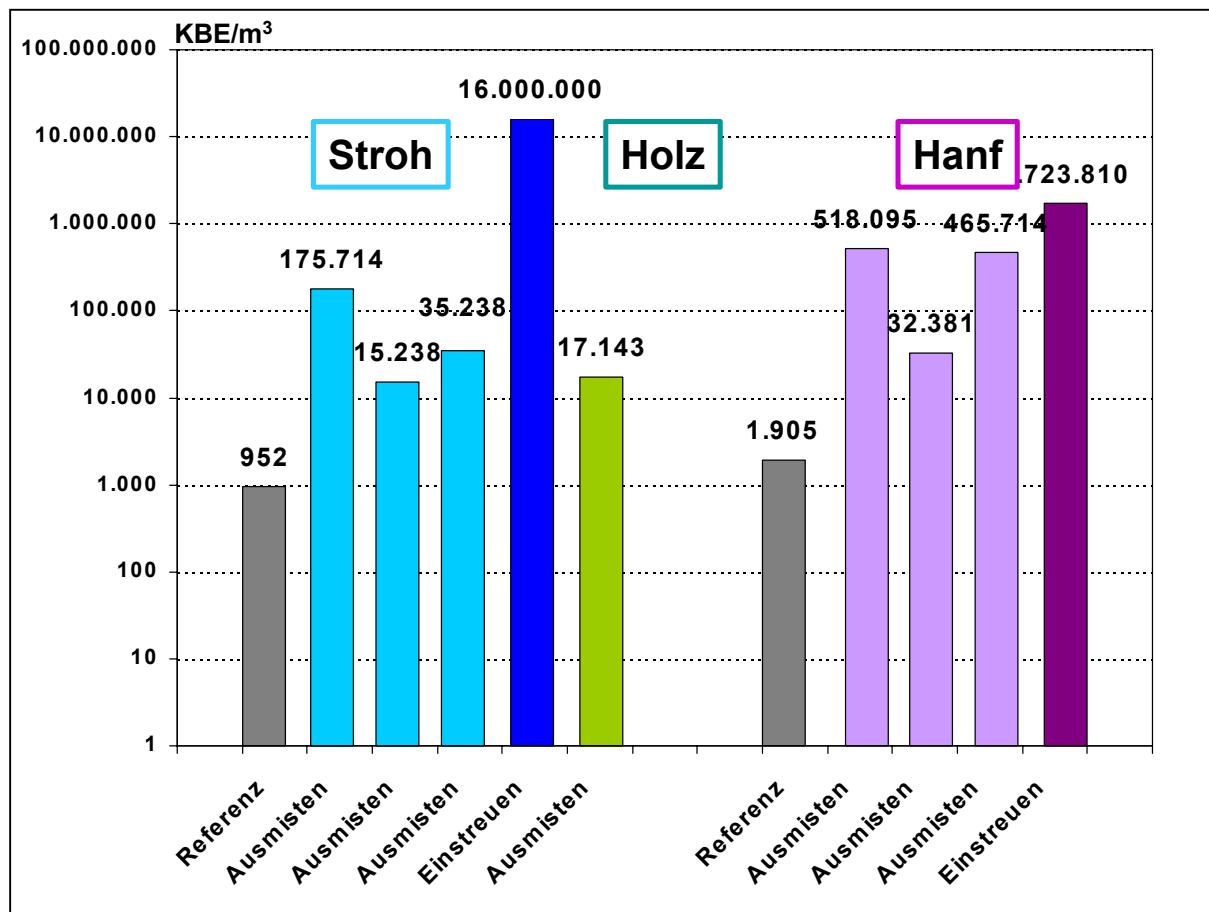


Abb. III-3.1.3.1: Gesamtbakterienkonzentrationen in der Pferdehaltung, Stroh – Sägespäne (Holz) – Hanf; (kein Messwert für Einstreuen mit Sägespäne)

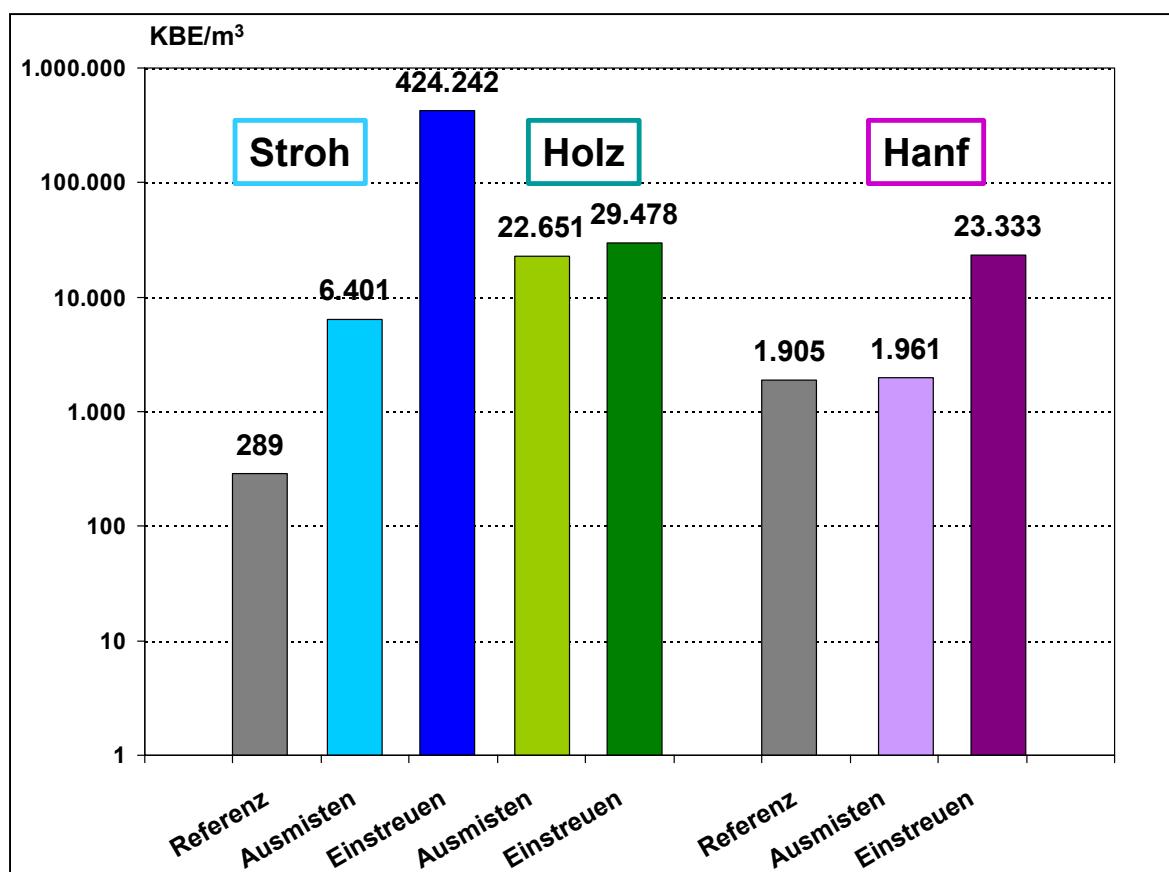


Abb. III-3.1.3.2: Gesamt-Schimmelpilzkonzentrationen in der Pferdehaltung, Stroh – Sägespäne (Holz) – Hanf

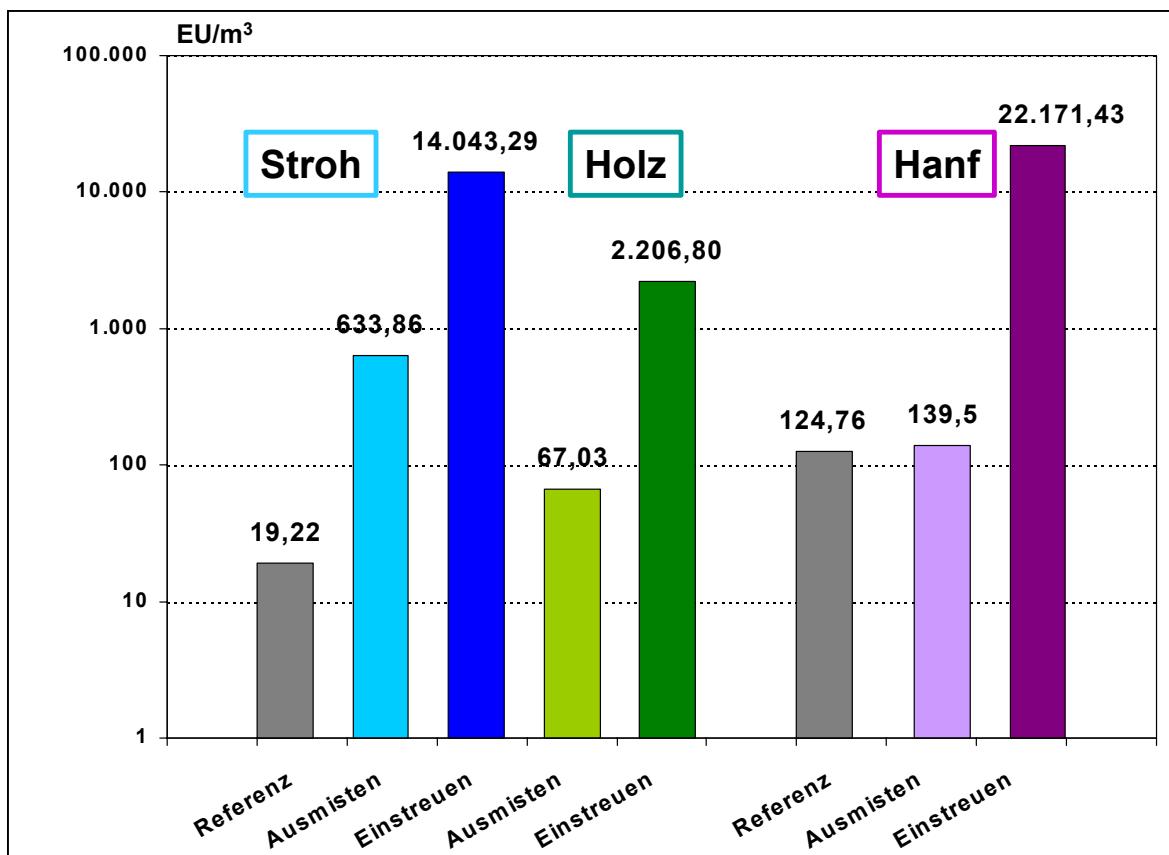


Abb. III-3.1.3.3: Endotoxinkonzentrationen in der Pferdehaltung, Stroh – Sägespäne (Holz) – Hanf

III-3.1.4. Schweinehaltung

Messwerte zur Erfassung der Belastungen in der Schweinehaltung konnten nur in einem Stall gewonnen werden. Hierbei ließ sich ein deutlicher Unterschied zwischen der Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe im mit Schweinen besetzten und dem leeren Stall nachweisen (untersucht wurde im letzteren Fall die Hochdruckreinigung).

Während die Endotoxinkonzentration in letzterem Fall am höchsten war (1.692,86 EU/m³), wurde zugleich die niedrigste Gesamtbakterienkonzentration nachgewiesen (10.317 KBE/m³, im Bereich des Referenzwertes). Deutlich sichtbar ging die (personengetragen erfasste) Bewegung des Landwirts im besetzten Schweinestall mit einer höheren Exposition gegenüber Gesamtbakterien und Endotoxinen einher, als wenn keine Unruhe unter den Schweinen herrschte (stationäre Messung) (Abb. III-3.1.4.1). Schimmelpilze konnten im Bereich des Schweinestalles nur in grenzwertigen Konzentrationen nachgewiesen werden (Referenz < 317 KBE/m³, im Stall <794 bzw. <952 KBE/m³) und scheinen unter den vorliegenden Haltungsbedingungen von untergeordneter Bedeutung zu sein.

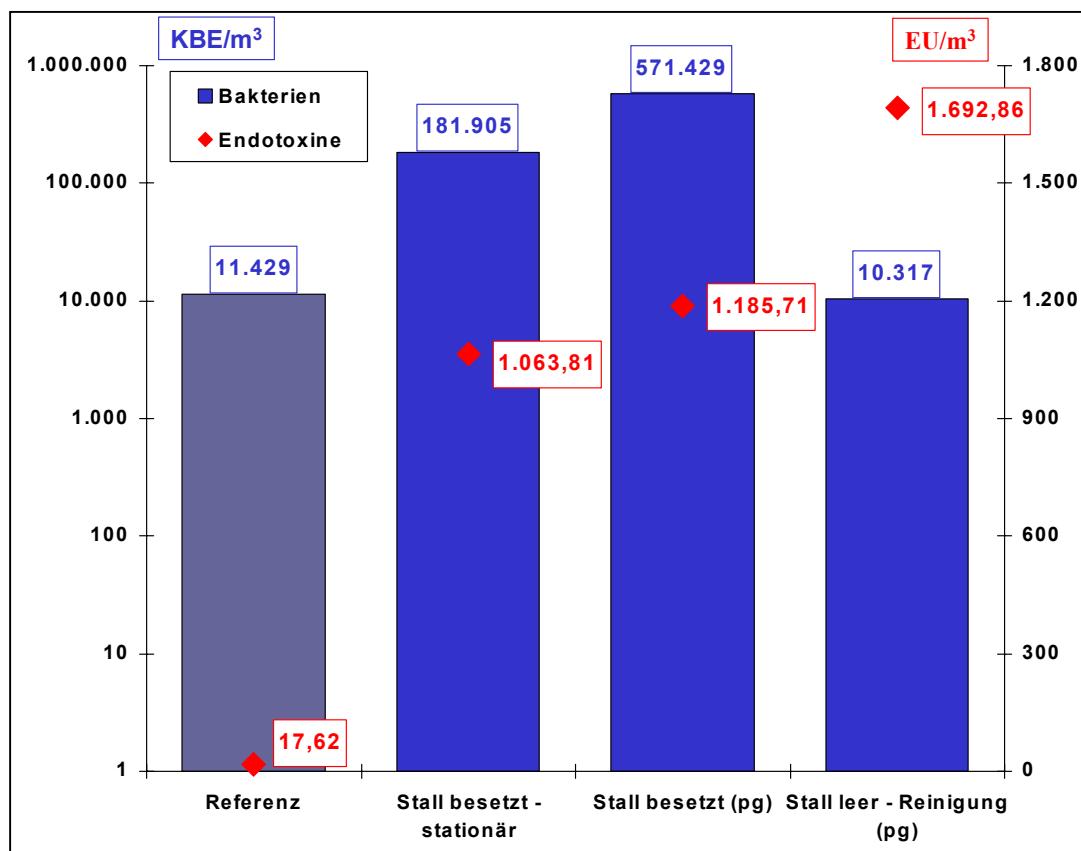


Abb. III-3.1.4.1.: Gesamtbakterien- und Endotoxinkonzentration im Schweinestall
(pg=personengetragen)

III-3.1.5 Differenzierung möglicher pathogener Keime unter den luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen

Bei 13 der 41 Bakterienproben wurde eine Differenzierung vorgenommen: hierbei konnte *E.coli* im Hühner- und Kälberstall von Hof 2 nachgewiesen werden (12.300 KBE/m³ bzw. 263 KBE/m³), coliforme Bakterien kamen in denselben Ställen (26.600 KBE/m³ bzw. 263 KBE/m³) sowie im Schweinestall (Hof 8) vor (103 KBE/m³ (Reinigung leerer Stall) bzw. 86 KBE/m³ (besetzter Stall, stationär)). Enterobakterien waren an den beprobten Stellen jeweils nur grenzwertig nachweisbar, Staphylokokken fanden sich im Pferdestall und über der Gülle auf Hof 3 im grenzwertigen Bereich, an den anderen Probenahmestellen in Konzentrationen von $1 \cdot 10^3$ bis $1,7 \cdot 10^4$ KBE/m³. Die höchsten Werte wurden im Schweinestall festgestellt: 8.570 KBE/m³ (besetzter Schweinestall, stationär) bzw. 17.100 KBE/m³ (Reinigung leerer Stall).

Aus den n=37 Schimmelpilzproben wurde zweimal *Aspergillus fumigatus* isoliert – allerdings jeweils in nur grenzwertigen Konzentrationen (d.h. spezifisches Keimwachstum nur auf einer der drei Platten). Zu berücksichtigen ist bei diesen Befunden allerdings, dass mit der hier verwendeten indirekten Messmethode geringe Keimkonzentrationen in der Luft nicht nachgewiesen werden können. Es ist folglich nicht auszuschließen, dass es – besonders im Hinblick auf *A. fumigatus* – bei mehr als den hier differenzierten Tätigkeiten zur Exposition gegenüber potenziell humanpathogenen Mikroorganismen kommen kann (Tabelle III-3.1.5.1).

Hof	Messort	Bakterien (gesamt)	E.coli	Coliforme	Enterokokken	Staphylokokken
		KBE/m ³				
1	Kuhstall: Gülleröhren	9.520	< 86	< 86	< 143	1.900
2	Hühner – Bodenhal tung	886.000	12.300	26.600	< 143	2.860
2	Kälberstall	42.900	263	263	< 143	1.900
3	Kuhstall: Gülleröhren	1.430	< 86	< 86	< 143	< 1.430
5	Hühner – Bodenhal tung	914.000	< 86	< 86	< 143	5.710
5	Hühner: Käfig 1	63.800	< 86	< 86	< 143	5.710
5	Hühner: Käfig 2	27.600	< 86	< 86	< 143	4.290
5	Hühner: Arbeitsplatz Käfig	30.500	< 86	< 86	< 143	1.430
6	Pferd: Ausmisten Stroh	35.200	< 86	< 86	< 143	< 1.430
6	Pferd: Ausmisten Holz	17.100	< 86	< 86	< 143	< 1.430
8	Schweinestall, Reini gung, pg	10.300	< 86	103	< 143	1.190
8	Schweinestall, Bewe gung, pg	571.000	< 86	< 86	< 143	17.100
8	Schweinestall, statio när	182.000	< 86	86	< 143	8.570
Hof	Messort	Schimmelpilze (ge samt)	Aspergillus fumigatus			
		KBE/m ³				
2	Stroh-Häckseln, pg	11.900.000	< 86.600			
3	Bullenstall, Fütterung, pg	9.520	< 952			

Tabelle III-3.1.5.1.: Differenzierung der luftgetragenen Bakterien und Schimmelpilze in ver schiedenen Arbeitsbereichen

III-3.2. Staubkonzentrationen

Die Staubkonzentrationen wurden bezogen auf die drei Fraktionen "einatembarer Staub" (E), "thorakaler Staub" (T) und "alveolengängiger Staub" (A) bestimmt.

III-3.2.1 Rinderhaltung

Alle untersuchten Betriebe hielten die Rinder (Milchkühe, Rinder oder Mastvieh) auf Teilspaltenböden, wobei in den Liegeboxen auf Hof 1 nur leicht mit Sägemehl bestreute Matratzen als Unterlage dienten (Abb. III-3.2.1.1), auf Hof 2 und 3 Strohhäcksel (Hof 2: frisch gehäckst, Hof 3: vorbereitet, aus Sack) und auf Hof 4 Sägespäne als Einstreu verwendet wurden. Diese Unterschiede spiegelten sich auch in den Staubkonzentrationen wieder: die Messwerte lagen bei Vergleich von Hof 1, Hof 3 und Hof 4 sowohl ohne besondere Tierbewegungen ("ruhig") wie auch bei herbeigeführter Bewegung der Tiere (z.B. Zusammentreiben zum Melken oder Füttern) auf Häckselstroh bzw. Sägespänen signifikant höher als bei fehlender Einstreu auf den Matratzen (Abb. III-3.2.1.2a+b) (vgl. Tabelle A31 im Anhang). Für die Abschätzung der Gesamtexposition ist hierbei zu berücksichtigen, dass sich die Tiere nur kurzzeitig in den eingestreuten Bereichen, ansonsten jedoch auf dem Spaltenboden bewegten.



Abb. III-3.1.1.1: Liegebox mit Matratze, leicht mit Sägemehl bestreut

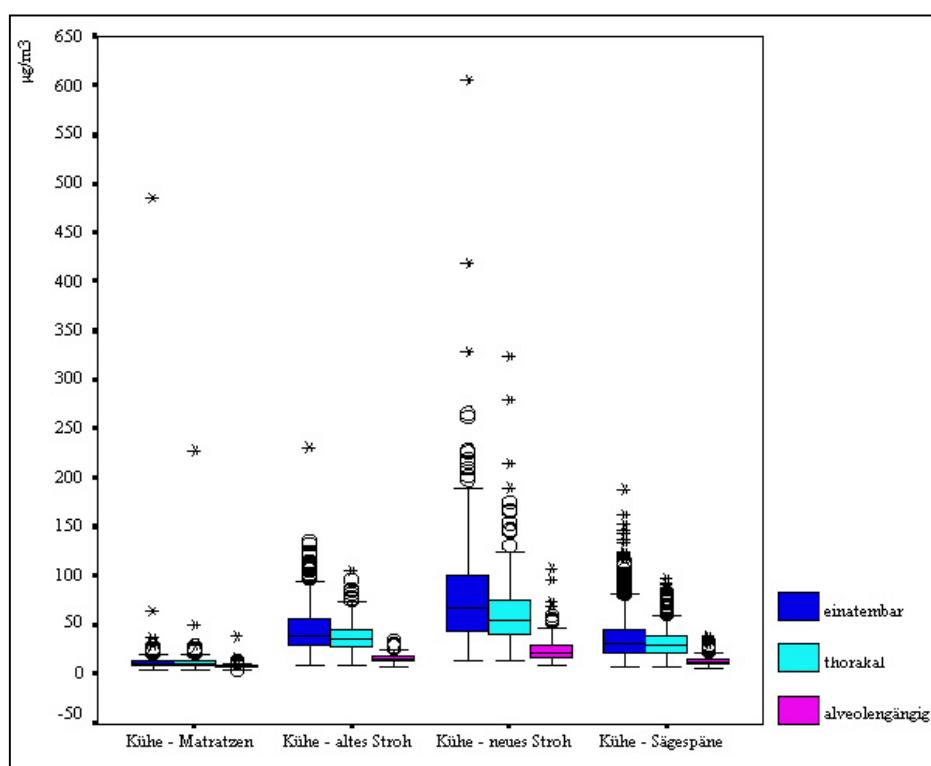


Abb. III-3.2.1.2a: Staubkonzentrationen im Kuhstall, Rinderhaltung auf Teilspaltenböden – Tiere in Ruhe: Einfluss der Ausgestaltung der Liegeboxen auf die Staubkonzentration in der Stallluft

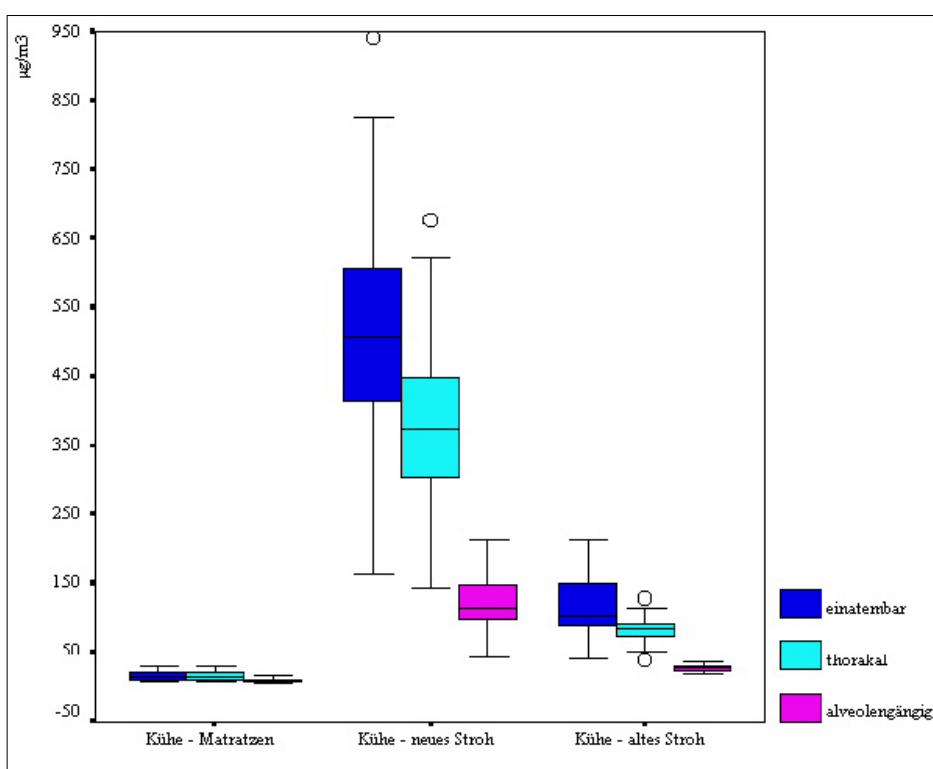


Abb. III-3.2.1.2b:
Staubkonzentrationen im Kuhstall, Rinderhaltung auf Teilspaltenboden – Tiere in Bewegung: Einfluss der Ausgestaltung der Liegeboxen auf die Staubkonzentration in der Stallluft

Einen stärkeren Effekt als die Tierbewegungen hatte Zugluft im Kuhstall

(Hof 3): Windstöße ließen die Staubkonzentrationen kurzfristig bis auf $5.919 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E) bzw. $4.050 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (T) und $1.092 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A) ansteigen, im Mittel lag die Staubkonzentration während der Windstöße bei $2.005,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E), $1.402,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (T) und $395 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A) (jeweils Median).

Auch auf die arbeitende Person bezogen wurde der Effekt verschiedener Einstreuverfahren deutlich: während das Bestreuen der Matratzen mit Sägemehl nicht zu einer Erhöhung der allgemein gefundenen Staubkonzentrationen führte, waren beim Einstreuen mit Strohhäckseln signifikant höhere Konzentrationen festzustellen (Abb. III-3.2.1.3) (vgl. Tabelle A42 im Anhang).

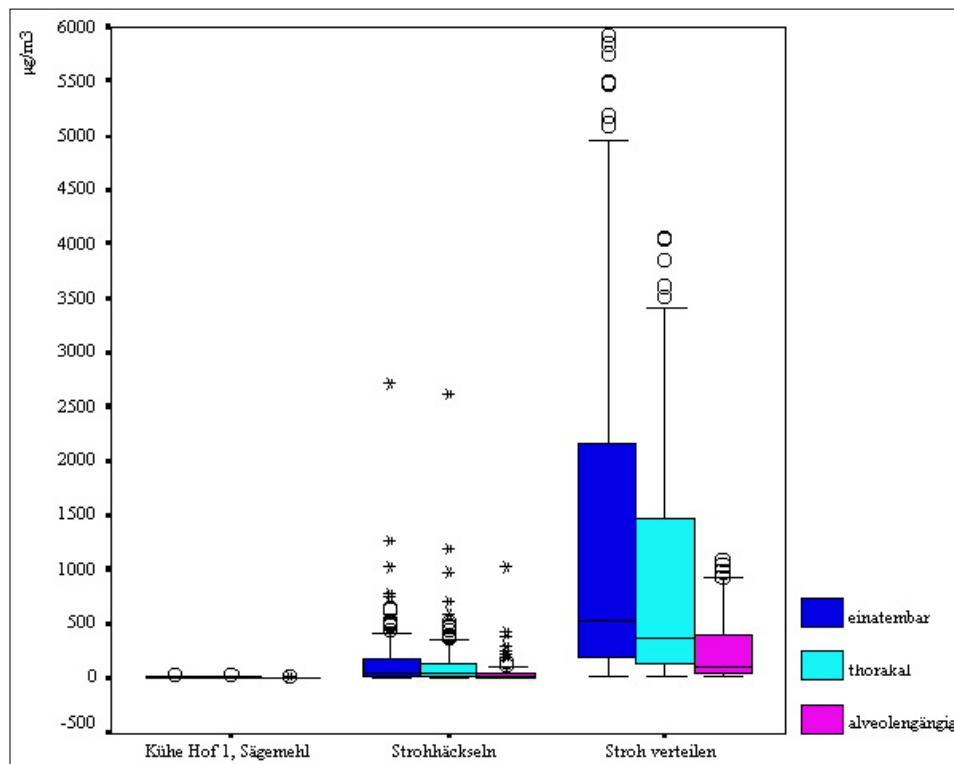


Abb. III-3.2.1.3:
Staubbelastung der einstreuenden Person bei Verwendung verschiedener Einstreu-Materialien und -Techniken

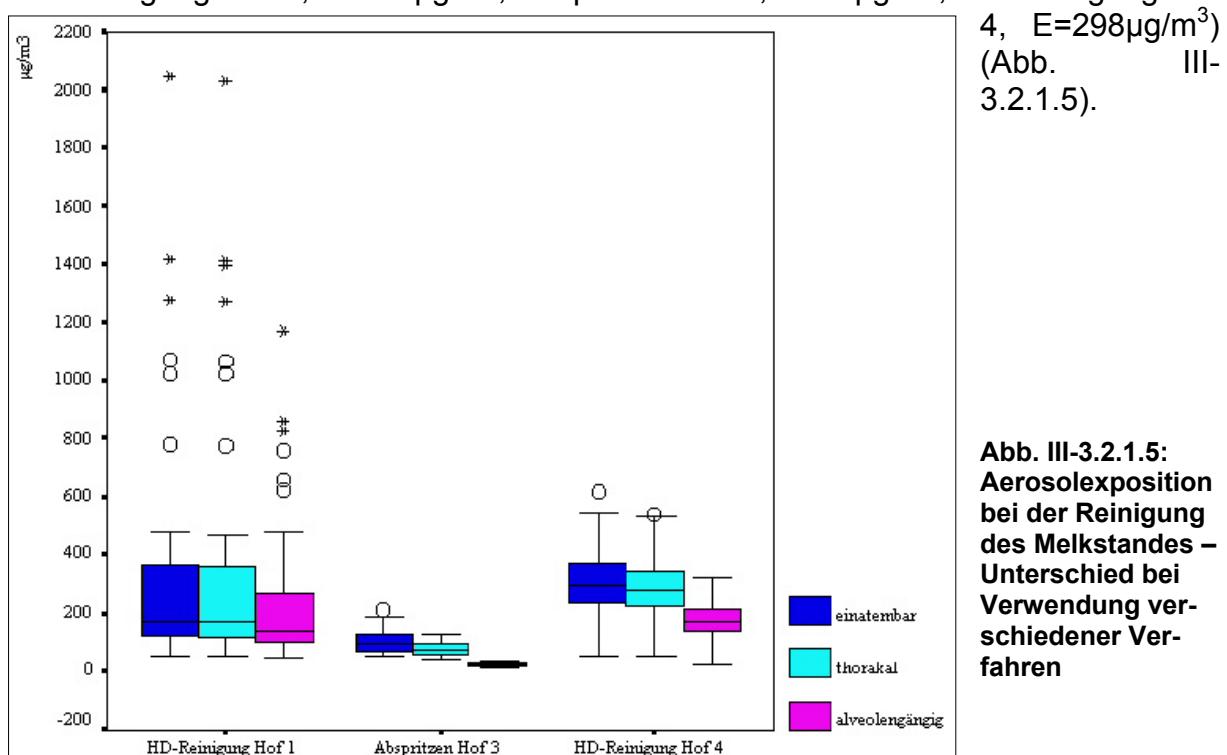
Bei Bewertung der Ergebnisse der Staubmessung beim Strohhäckseln (Hof 2) ist zu beachten, dass am Tag der mikrobiologischen Messungen der Stall nicht gelüftet wurde, wohingegen zum Zeitpunkt der Partikelmessung alle Tore und Fenster geöffnet waren. Nach Augenschein reduzierte dies die Staubexposition des Landwirts beim Einstreuen deutlich, die Konzentration der Partikel und der biologischen Arbeitsstoffe können hier folglich aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungstage nicht in Bezug zueinander gesetzt werden.

Als weitere mit Staub- bzw. Aerosolbelastung einhergehende Tätigkeiten im Kuhstall konnte die Fütterung der Tiere und die (Hochdruck-)Reinigung des Melkstandes beschrieben werden. Gefüttert wurde in der Regel mit Silage und Kraftfutter (z.T. ergänzt durch Kartoffelschlempe), wobei die Futtermittel zuerst mit dem Futtermischwagen auf dem sog. Futtertisch ausgebracht und anschließend mit der Schippe verteilt wurden (Abb. III-3.2.1.4). Die Exposition erreichte hierbei bezogen auf die einatembare Staub- bzw. Aerosolfraktion Medianwerte zwischen $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Verteilung der Silage mit der Schippe, Hof 1) und $262 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fütterung der Silage mit dem Futterwagen, Hof 4) (vgl. Tabelle A33 im Anhang).



Abb. III-3.2.1.4 Manuelle und maschinelle Verteilung der Silage – sichtbare Staubbelastung in der Luft

Im Hinblick auf die Reinigung des Melkstandes – untersucht wurde das Abspritzen mittels Wasserschlauch bzw. die Hochdruckreinigung – ergab die Erfassung der entstehenden Aerosole, dass die Hochdruckreinigung mit einer deutlich höheren Aerosolexposition einher ging als das Abspritzen mit dem Wasserschlauch (Medianwerte: HD-Reinigung Hof 1, $E=173 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Abspritzen Hof 3, $E=86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, HD-Reinigung Hof 4, $E=298 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Abb. III-3.2.1.5).



III-3.2.2 Legehennenhaltung

In der Legehennenhaltung wurde die Staubkonzentration mittels stationärer Messung erfasst. Im Bereich der Bodenhaltung (Scharrmaterial: Strohschnitt) lag die Konzentration der Staubfraktionen durchweg sehr hoch (Median: $15.313 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E)), wobei die Werte während des Rundgangs des Mitarbeiters noch anstiegen (Median: $15.409 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E)). Der Anstieg der Konzentration des thorakalen und des alveolengängigen Staubs war hierbei im Mittelwertsvergleich signifikant (Mittelwerte: Ruhe: $13.567,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (T) – Rundgang: $14.116,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (T), $p<0,05$; Ruhe: $4.954,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A) – Rundgang: $5.423,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A); $p<0,001$). Da die Bewegung einer Person im Hühnerstall immer auch von Folgebewegungen (z.T. auch von Erschrecken) der Hühner begleitet war und das Maximum dieser Bewegung in räumlicher Nähe der Person auftrat, ist davon auszugehen, dass Tätigkeiten einer Person mit - bezogen auf die jeweilige Person - mit etwas höheren Staubkonzentrationen einhergehen als sie hier mittels stationärer Messung erfasst wurden (Abb. III-3.2.2.1).

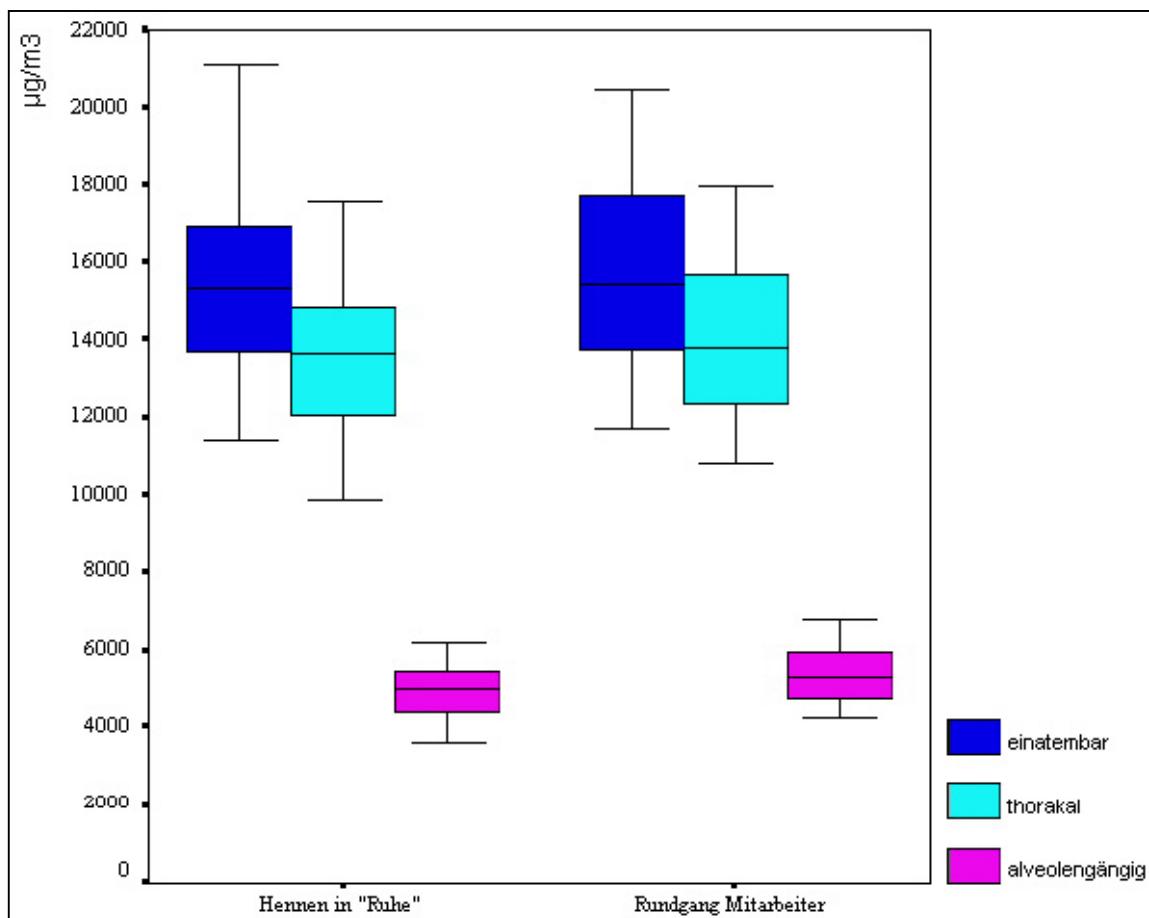


Abb. III-3.2.2.1. Staubkonzentration in der Bodenhaltung von Legehennen – Ruhe vs. Rundgang des Mitarbeiters (stationäre Messung)

Bei der Erfassung der Staubkonzentrationen in der Käfighaltung von Legehennen wurden wie oben beschrieben der Stall "Käfig 1" und der Stall "Käfig 2" untersucht. In "Käfig 1" wurden die älteren braunen Hennen gehalten, in "Käfig 2" die weißen Hennen am Beginn der Legephase. Neben eines möglichen Unterschiedes in der Staub-

konzentration in beiden Käfighaltungsbereichen, wurde in "Käfig 1" der Effekt der Lüftung untersucht: während einer 20 minütigen Lüftungspause stieg die Lufttemperatur von 25,8°C auf 28,8°C, im Hinblick auf die Staubbelastung ließ sich jedoch nur eine geringe aber signifikante Zunahme der Partikelkonzentration feststellen. Wie bei den luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen war auch die Staubkonzentration in "Käfig 2" geringer als in "Käfig 1" (Käfig 2 - Median: 564,5 µg/m³ (E) vs. Käfig 1 (Lüftung an) – Median: 786 µg/m³ (E)) (Tabelle A34 im Anhang).

Im untersuchten Betrieb wurde deutlich, dass die Staubkonzentration im Bereich der Bodenhaltung von Legehennen bei weitem höher lag als in der Käfighaltung (mit Lüftung), wobei dieser Unterschied für alle drei Staubfraktionen galt. Die Unterschiede waren im Mittelwertsvergleich signifikant ($p<0,001$) (E-Staub: Bodenhaltung (Median: 15.313 µg/m³) > Käfig 1 (Median: 786 µg/m³) > Käfig 2 (Median: 564,5 µg/m³) (Abb. III-3.2.2.2).

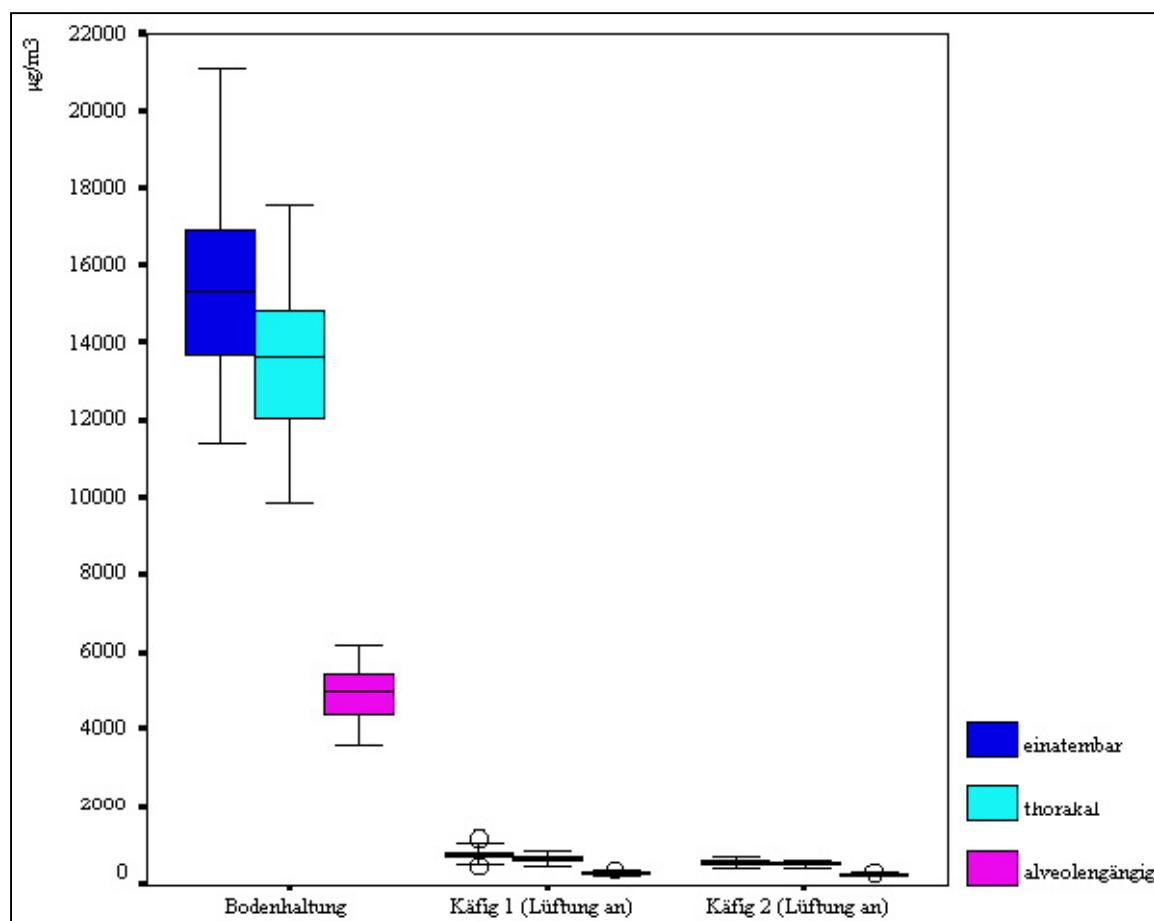


Abb. III-3.2.2.2: Staubkonzentration im Bereich der Legehennenhaltung: Vergleich zwischen Boden- und Käfighaltung

III-3.2.3 Pferdehaltung

In der Pferdehaltung war der Vergleich der drei verwendeten Einstreumaterialien Stroh (im vorliegenden Fall: Großballenstroh, Gerste), Hanf und Sägespäne besonders gut möglich, weil Ausmisten und Einstreuen jeweils in einer umgrenzten Einzelbox erfasst werden konnte. Da die Pferde zum Zeitpunkt der Tätigkeit nicht im Stall waren, konnte zudem die Zeitdauer bestimmt werden, in der nach dem Einstreuen erhöhte Staubkonzentrationen in der Luft festzustellen waren.

Deutlich wurde, dass für alle drei untersuchten Materialien das Einbringen trockenen Materials mit deutlich höheren Staubexpositionen einher ging als das vorherige Ausmisten mittels Mistgabel. Bei letzterem lagen die Konzentrationen im Bereich der Werte, die auch in der leeren Box (d.h. eingestreute Box ohne Pferd) gefunden wurden (vgl. Tabelle A35 im Anhang).

Beim Ausmisten wurden in den mit Sägespänen eingestreuten Boxen die geringsten Partikelkonzentrationen festgestellt (E-Staub: Median 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), gefolgt von Stroh (E-Staub: Median=112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und Hanf (E-Staub: Median=190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Beim Einstreuen ergaben sich die höchsten Konzentrationen bei Verwendung von Stroh, wobei die Unterschiede zwischen den Einstreumaterialien größer waren als beim Ausmisten: Stroh (E-Staub: Median=9.590 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > Hanf (E-Staub: Median=1.625 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > Sägespäne (E-Staub: Median=1.007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Abb. III-3.2.3.1a+b).

Der Mittelwertsvergleich ergab signifikante Unterschiede zwischen Ausmisten und Einstreuen bei jeweils einem Material sowie zwischen den Materialien (Tabelle A36 im Anhang).

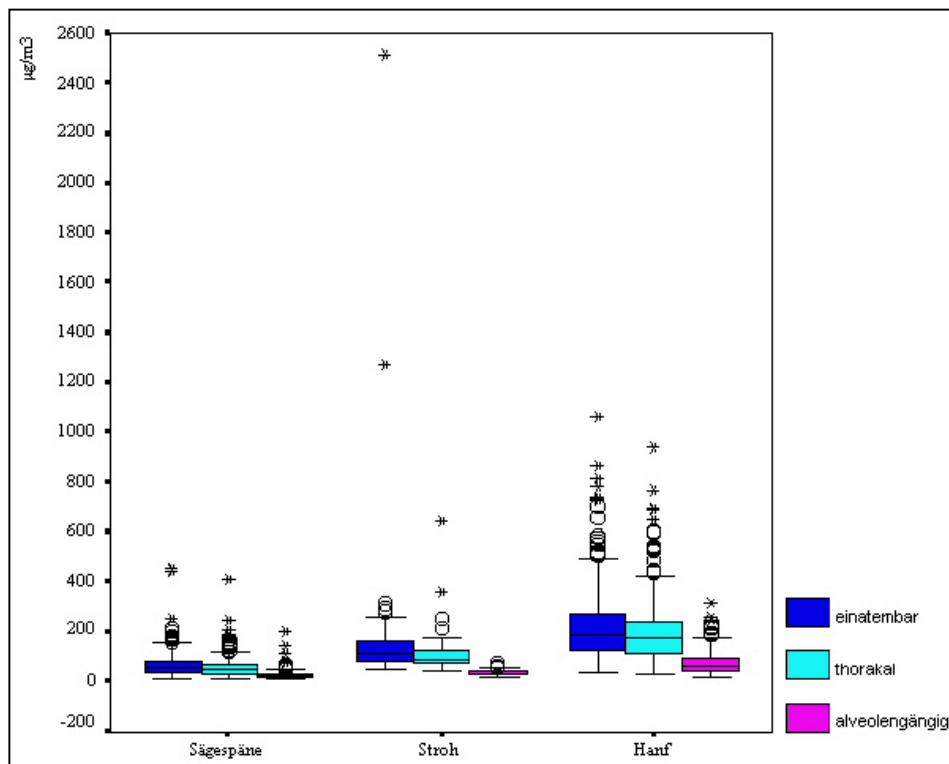


Abb. III-3.2.3.1a: Staubexposition beim Ausmisten in der Pferdehaltung – Verwendung von Sägespänen, Stroh oder Hanf

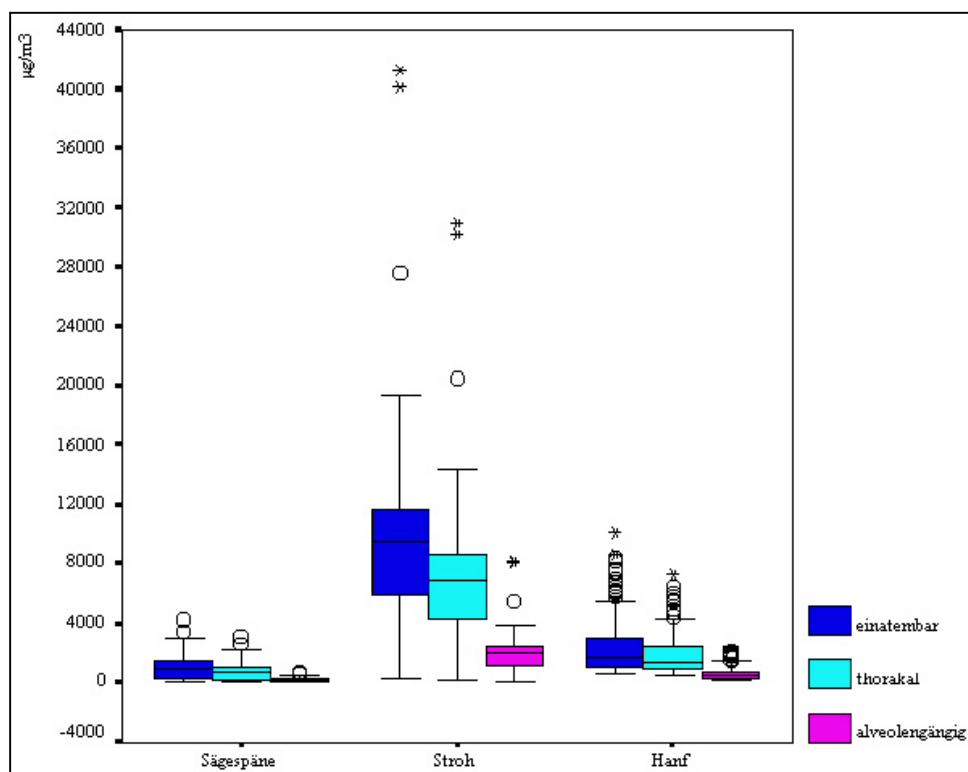


Abb. III-3.2.3.1b: Staubexposition beim Einstreuern in der Pferdehaltung – Verwendung von Sägespänen, Stroh oder Hanf

Das Ausmaß der Staubexposition für die einstreuende Person wurde auch bei der Erfassung der Zeit deutlich, die verstrich, bis in der Box (und deren unmittelbarer Umgebung) wieder Ruhewerte erreicht wurden. Diese betrug im vorliegenden Fall ca. 16 Minuten für Hanf, ca. 9 Minuten für Stroh und ca. 8 Minuten für Sägespäne (vgl. Abbildung A38a-c im Anhang).

III-3.2.4 Schweinehaltung

Im Vergleich des leeren, noch nicht gereinigten Schweinestalls mit dem mit Schweinen besetzten Stall fanden sich signifikant höhere Partikelkonzentrationen im vollen Stall. Auch ging die Hochdruckreinigung des leeren Stalles mit signifikant höheren Aerosolkonzentrationen einher im Vergleich zum leeren Stall (vgl. Tabelle A37 im Anhang). Die höchsten Partikelkonzentrationen wurden während des Kontrollgangs des Landwirts im mit Schweinen besetzten Stall erfasst, wobei es hier - vermutlich durch eine lokal größere Unruhe der Tiere – zu einzelnen Expositspeak kam, die in der Boxplot-Darstellung als Extremwerte imponieren (Abb. III-3.2.4.1. und Abb. III-3.2.4.2).

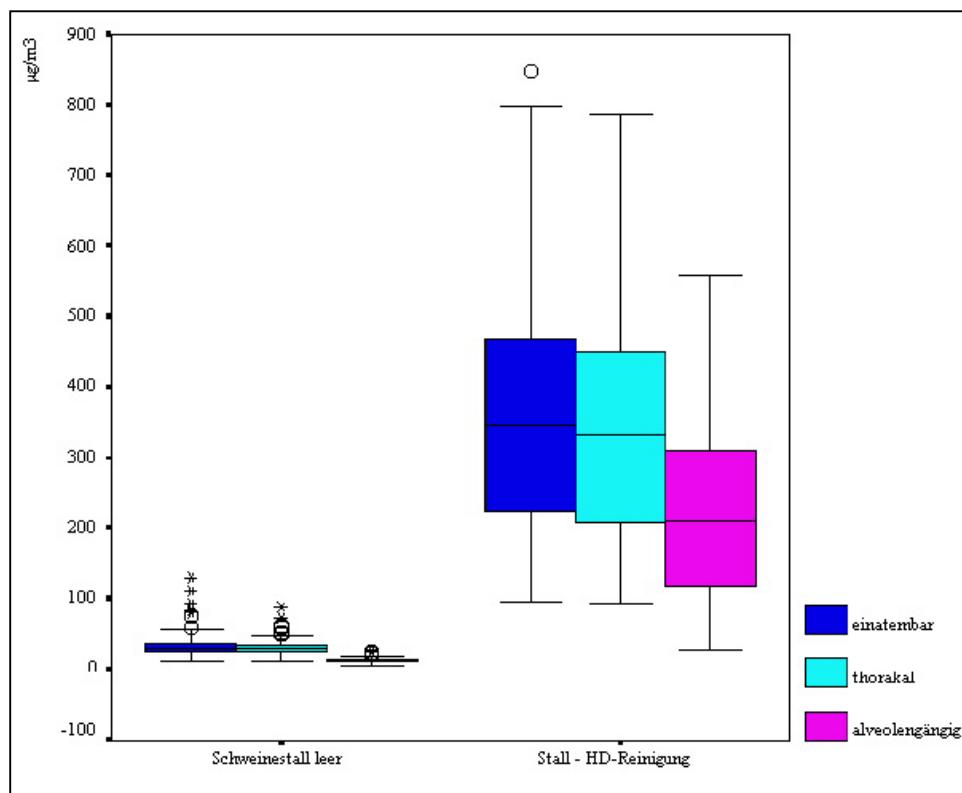


Abb. III-3.2.4.1 Aerosolexposition im Bereich der Schweinemast: Effekt der Hochdruckreinigung des leeren Stalles

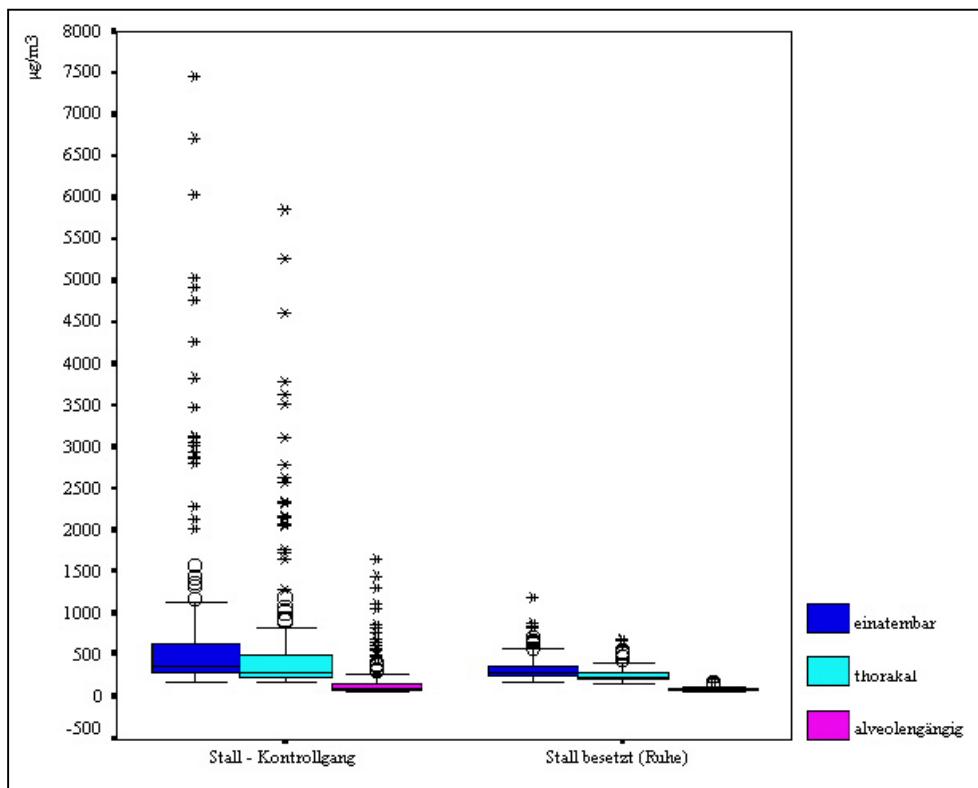


Abb. III-3.2.4.2 Aerosolexposition im Bereich der Schweinemast: Effekt des Kontrollgangs des Landwirts im besetzten Stall

III-3.3. Exposition gegenüber Ammoniak an ausgewählten Lokalisationen

Allgemein erfolgte die Ammoniak-Konzentrationsbestimmung ausschließlich dort, wo aufgrund des Geruchseindruckes eine Exposition vermutet wurde. Wie in Abschnitt II-3.3.2 beschrieben, mussten die mittels Dräger-Röhrchen bestimmten Konzentrationen auf einen Luftdruck von 1013 mbar umgerechnet werden, wodurch es zu ppm-Angaben mit Dezimalstellen kam.

In der Rinderhaltung lag die Schadgaskonzentrationen in allen untersuchten Betrieben im niedrigen Bereich.

In der Geflügelhaltung zeigte sich ein deutlicher Effekt des Haltungssystems: in der Bodenhaltung wurden deutlich höhere Konzentrationen (10,28 ppm (600 Hennen) bzw. 15,81 ppm (4.400 Hennen)) festgestellt als in der Käfighaltung. Die oben dargestellten Unterschiede zwischen den Bereichen Käfig 1 und Käfig 2 zeigten sich auch in der Ammoniakkonzentration: im ersten Bereich wurden 6,33 ppm festgestellt, in letzteren 2,11 ppm.

Werte, die mit denen der Bodenhaltung von Legehennen vergleichbar waren, wurden in der Schweinehaltung bestimmt: mit 15,6-16,64 ppm lag die Ammoniakkonzentration im Bereich der Schweinebucht (über dem Spaltenboden) höher als im Gangbereich zwischen den Boxen (10,4 ppm).

Im Bereich der Pferdehaltung wurde die NH_3 -Konzentration an zwei Tagen bestimmt: während bei der ersten Messung die Tiere noch ausschließlich mit Heu und Kraftfutter gefüttert wurden, hatte bei der zweiten Messung die Weidesaison begonnen. Die Pferde grasten zum Messzeitpunkt regelmäßig 8 h auf einer im Frühjahr mit Mist gedüngten Weide, d.h. ihre Eiweißaufnahme war deutlich höher als zum Zeitpunkt der ersten Messung. Entsprechend lagen die Ammoniakkonzentrationen weitaus höher als zuvor: mit Werten von 26,33-31,59 ppm in der unberührten Einstreu (Stroh) bzw. 73,71-84,24 ppm beim Ausmisten (Stroh) (in 1,50 m Höhe) wurden Konzentrationen von 18,69-22,43 mg NH_3/m^3 (Ruhe) bzw. 52,33-59,81 mg NH_3/m^3 (Auskisten) erreichtⁱ. Diese Konzentrationen lagen beim Ausmisten über dem in der TRGS 900 genannten MAK-Wert für Ammoniak (35 mg/ m^3 bzw. 50 ml/ m^3 , Spitzenbegrenzung =1=).³¹⁰ Der von der Senatskommision der DFG aktuell diskutierte Grenzwert von 14 mg/ m^3 bzw. 20 ml/ m^3 wurde im Bereich der Geflügel- und Schweinehaltung gerade nicht überschritten, in der Pferdehaltung jedoch nicht eingehalten. Über Reizungen der Nasen- und Rachenschleimhaut wie auch der Konjunktiven berichteten die Personen v.a. beim Ausmisten aber auch bei anderen Tätigkeiten im Stall.

Das Bindungsvermögen der beiden Einstreumaterialien Großballenstroh und Sägespäne für Ammoniak wurde am ersten Messtag untersucht: im für den Zeitraum zu erwartenden niedrigen Konzentrationsbereich wurde NH_3 von den Sägespänen in Ruhe wie auch beim Misten deutlich weniger freigesetzt als von Stroh. Vergleichende Messergebnisse für den Zeitpunkt des Weidegangs konnten für die Sägespäne-Einstreu nicht gewonnen werden (Tabelle III-3.3.1).

ⁱ Die Umrechnung der gemessenen Konzentration (ppm) in die Angabe in mg/ m^3 erfolgte gemäß der von Dräger angegebenen Formel (20°C): Ammoniak: 1 ppm NH_3 = 0,71 mg NH_3/m^3

Rinderhaltung		
Hof 2 – Kuhstall	< 5,15 ppm	
Hof 2 – Jungtierstall	< 5,15 ppm	
Hof 3 – Kuhstall	7,25 ppm	
Hof 4 – Kuhstall, Futtertisch	2,1 < c < 5,25 ppm	
Pferdehaltung		
Pferdehaltung 1	Stroh – unberührt (Wallach): 2,11 ppm [#] Stroh – frisch aufgewühlt (Wallach): 6,32 ppm* Stroh – unberührt (Stute): 6,32 ppm [#] Stroh – frisch aufgewühlt (Stute): 5,27-6,32 ppm* Sägespäne – unberührt (Stute): nicht messbar Sägespäne – frisch aufgewühlt (Stute): ≤ 2,11 ppm [#] Sägespäne – frisch aufgewühlt (Stute): nicht messbar*	Kein Weidegang, Boxen vor ca. 24 h ausgemistet
Pferdehaltung 2	Stroh – unberührt (Stute): 26,33-31,59 ppm [#] Stroh – frisch aufgewühlt (Stute): 73,71-84,24 ppm*	8h Weidegang, 16 h Box-Aufenthalt Boxen vor ca. 24 h ausgemistet
Pferdehaltung 3	Hanf – unberührt: 5,22 ppm [#]	Keine Angabe zu Fütterung vorhanden, Boxen vor ca. 24 h ausgemistet
Geflügelhaltung		
Hof 2 – Bodenhaltung	10,28 ppm**	
Hof 5 – Bodenhaltung	15,60-16,64 ppm**	
Hof 5 – Käfig 1	6,33 ppm*	
Hof 5 – Käfig 2	2,11 ppm*	
Schweinehaltung		
Leere, gereinigte Stallung	< 2,08 ppm##	
Besetzter Stall, Gang	10,4 ppm*	
Besetzter Stall, Spaltenboden	16,12 ppm##	

Messung in ca. 1m Höhe über Spaltenboden # Messung direkt über Streuschicht * Messung in 1,50 m Höhe ** Messung direkt über Kotgrube (Kopfhöhe beim Einsammeln verlegter Eier)

Tabelle III-3.3.1: Ammoniakkonzentrationen an ausgewählten Orten in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung

III-3.4. Untersuchung von tierischen Kotproben auf humanpathogene Erreger

Kotproben wurden in 15 Ställen entnommen und auf EHEC, Shigellen, Salmonellen, Campylobakter und Yersinien untersucht. Der Nachweis pathogener Keime gelang nur in einem Fall. Dieses auffallend negative Ergebnis deckte sich nicht mit den Angaben aus der Literatur zur Trägerrate von landwirtschaftlichen Nutztieren mit den genannten Erregern. Die Diskussion der Befunde mit Herrn Dr. M. Hartung, Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), ergab, dass die in der humanmedizinischen Diagnostik verwendeten Verfahren im allgemeinen nicht geeignet sind, um Kotproben aus gesunden Tierbeständen zu untersuchen: abweichend von der humanmedizinischen Fragestellung müssten für den Erreger-nachweis am (in der Regel inapparent infizierten) Tier Anreicherungsverfahren verwendet werden. Die Nicht-Beachtung dieser Tatsachen durch das untersuchende Labor führte vermutlich zu den negativen bakteriologischen Befunden, die an dieser Stelle folglich nicht weiter diskutiert werden.

Beim einzig nachgewiesenen humanpathogenen Keim handelte es sich um einen enterohämorrhagischen E.coli, das Serovar O 91:H21. Die Isolation erfolgte aus einer Sammelkotprobe eines der untersuchten Milchviehställe.

III-3.5. Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Untersuchungen zur Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe

Auch wenn die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gewonnenen Daten aufgrund der kleinen Fallzahlen vorwiegend explorativen Charakter haben, weisen sie doch darauf hin, dass die Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung von der Art der gehaltenen Tiere und den Produktions- und Haltungsbedingungen abhängt.

III-3.5.1. Einstreumaterialien und Produktionsverfahren

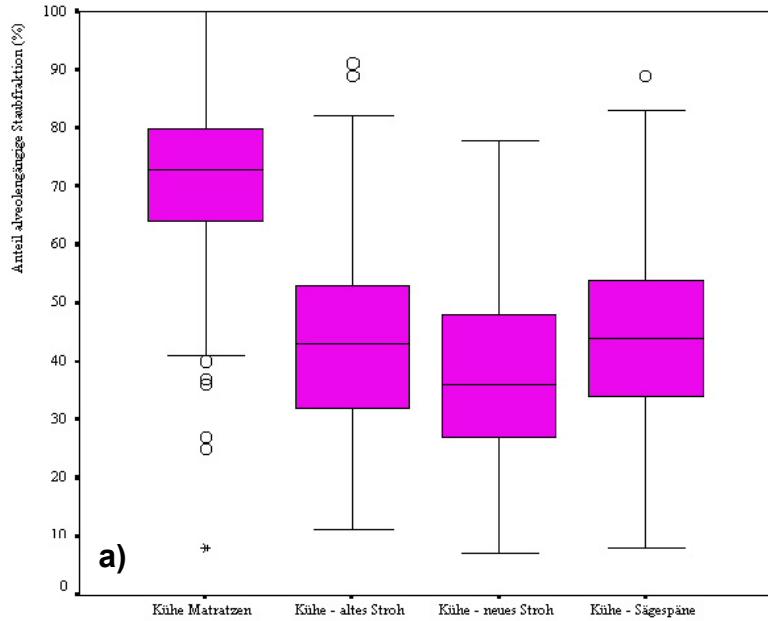
Generell führte die Verwendung von Einstreumaterialien zu einer Erhöhung der Staubexposition und damit verbunden auch zu einer Zunahme der mikrobiellen Belastung. Diese war zum Teil bedingt durch das Staubbildungsverhalten sowie den Bakterien- und Schimmelpilzbesatz der Einstreumaterialien selbst, zum Teil jedoch wurden von den Tieren stammende Keime (z.B. aus den Fäzes) an die Einstreupartikel gebunden transportiert. Zwischen den Einstreumaterialien gab es große Unterschiede hinsichtlich der Keim- bzw. Endotoxin- und Staubkonzentrationen wie auch im Anteil der verschiedenen Staubfraktionen. Unter letzteren kommt dem alveolengängigen Staub (früher: Feinstaub) unter zwei Gesichtspunkten eine besondere Bedeutung zu:

- Hohe Konzentrationen (auch) inerter Stäube können mit einer irritativen Wirkung auf die Atemwege einher gehen, worin die Definition des allgemeinen Staubgrenzwertes (6 mg/m^3) begründet ist.
- Gebunden an Staubpartikel mit kleinem aerodynamisch wirksamen Durchmesser gelangen luftgetragene biologische Arbeitsstoffe in die tiefen Atemwege und können dort Entzündungsreaktionen auslösen.

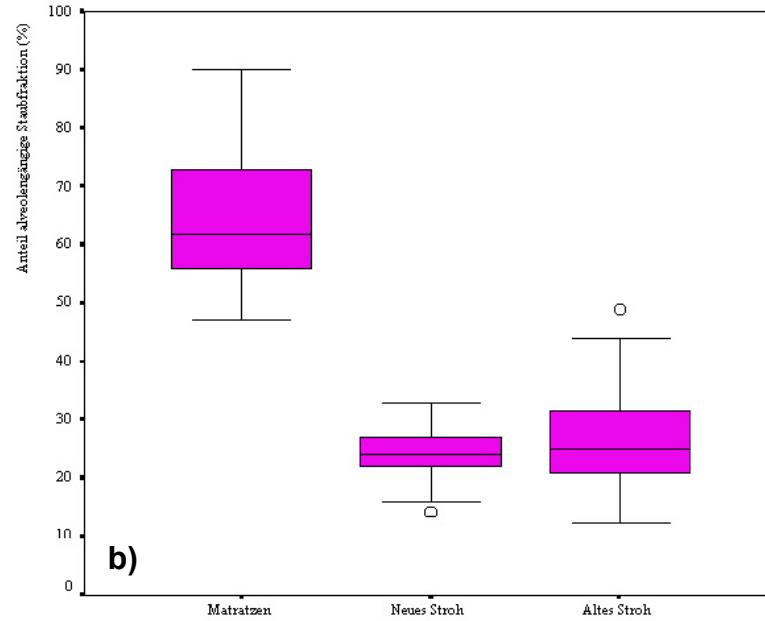
Bei den vorliegend beschriebenen Partikelmessungen wurde deutlich, dass in der Regel der überwiegende Anteil des einatembaren Staubes aus der thorakalen Staubfraktion resultierte. Allerdings ließ sich auch beschreiben, dass einzelne Tätigkeiten bzw. Haltungsformen – in Abhängigkeit vom Einstreumaterial – mit schwankenden Anteilen der alveolengängigen Staubfraktion (A-Staub) einher gingen. Für die einzelnen Tierarten stellte sich dies wie folgt dar:

In den erfassten Milchvieh- bzw. Rinderställen schwankte der Anteil des A-Staubes am einatembaren Staub (E-Staub) je nach untersuchter Tätigkeit und Einstreuart: während in den Ställen in Ruhe der (insgesamt nur in geringen Konzentrationen vorkommende) E-Staub zu 36% (Median – Kuh altes Stroh) bis 73% (Median – Kuh Matratzenhaltung) aus A-Staub bestand, reduzierte sich dieser Anteil zugunsten der thorakalen Staubfraktion bei Tierbewegungen im Stall auf 25% (Median – Kuh altes Stroh) bis 62% (Median - Matratzenhaltung) (Abb. III-3.5.1.1). Die Unterschiede waren - betrachtet auf der Ebene der Mittelwerte – signifikant ($p<0.001$).

Das Einbringen von Einstreu ging mit A-Staub-Anteilen zwischen 20% (Median – Stroh verteilen) und 67% (Median – Hof 1 Sägemehl) einher, wobei allerdings, wie oben dargestellt, das Einstreuen von Sägemehl zu einer deutlich niedrigeren Gesamtstaubexposition führte als die Verwendung von Stroh. Der bei der Fütterung der Kühe entstehende einatembare Staub bestand zu 40% (Median – Fütterung mit Kartoffelschlempe, Futterwagen) bis 47% (Fütterung mit Silage, Schippe) aus A-Staub (Abb. III-3.5.1.2).

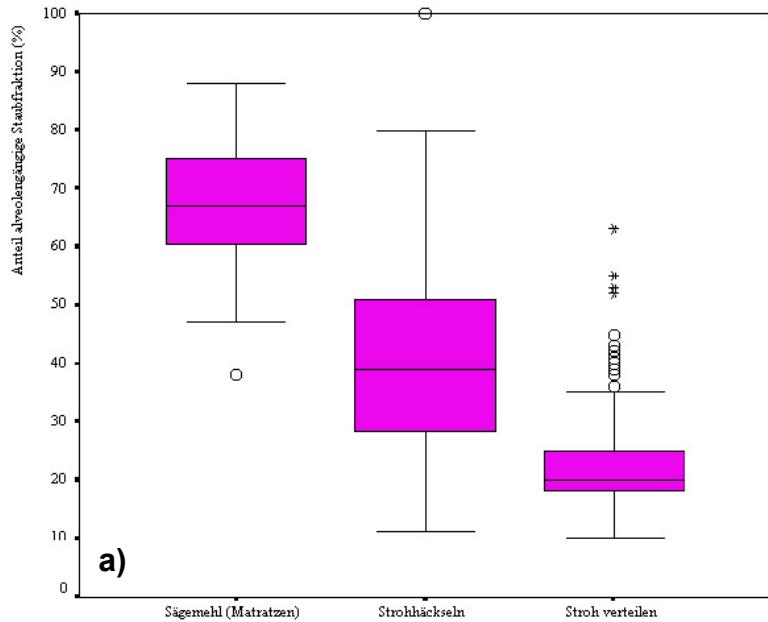


a)

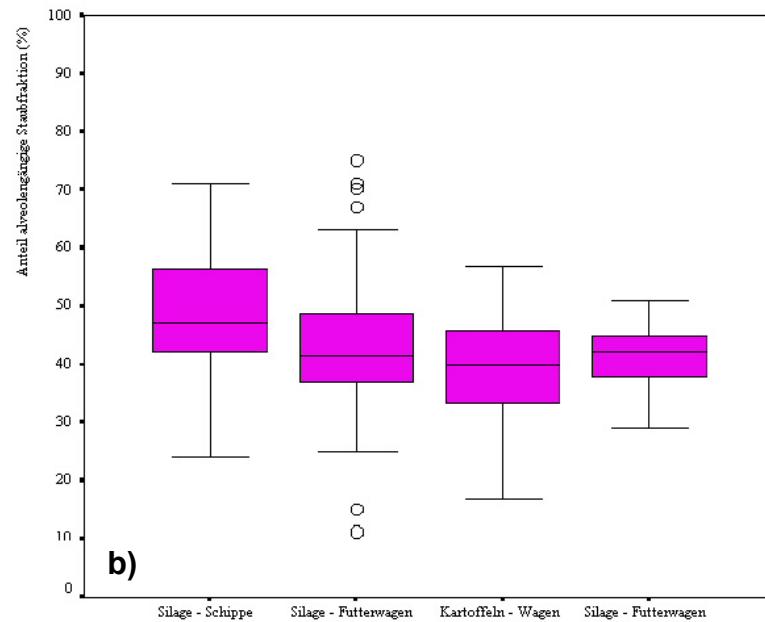


b)

Abb. III-3.5.1.1:
Rinderhaltung:
Anteil der alveolengängigen Staubfraktion am einatembaren Staub – Tiere in Ruhe (a) und in Bewegung (b)



a)



b)

Abb. III-3.5.1.2:
Rinderhaltung:
Anteil der alveolengängigen Staubfraktion am einatembaren Staub – Einstreuen der Liegeboxen (a), Fütterung (b)

Im Bereich der Legehennenhaltung betrug der Anteil des A-Staubes am einatembaren Staub (E-Staub) maximal 43% (Median; Mittelwert: 42,79%), wobei die höchsten Werte im Bereich der Käfighaltung gefunden wurden. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Gesamtstaubkonzentration im Bereich der Bodenhaltung weit über der in der Käfighaltung lag (vgl. Abschnitt III-3.2.2). Während das An- und Abschalten der Lüftung (Käfig 1) nur zu keine deutlichen Veränderung der Staubzusammensetzung führte (Medianwerte: Lüftung an: 35%, Lüftung aus: 35%, Lüftung an: 36%), ging der Rundgang des Mitarbeiters im Bereich der Bodenhaltung mit einer leichten Zunahme des A-Staubes am E-Staub einher (Median: Bodenhaltung Ruhe: 32%, Bodenhaltung Rundgang Mitarbeiter: 35%) (Abb. III-3.5.1.3).

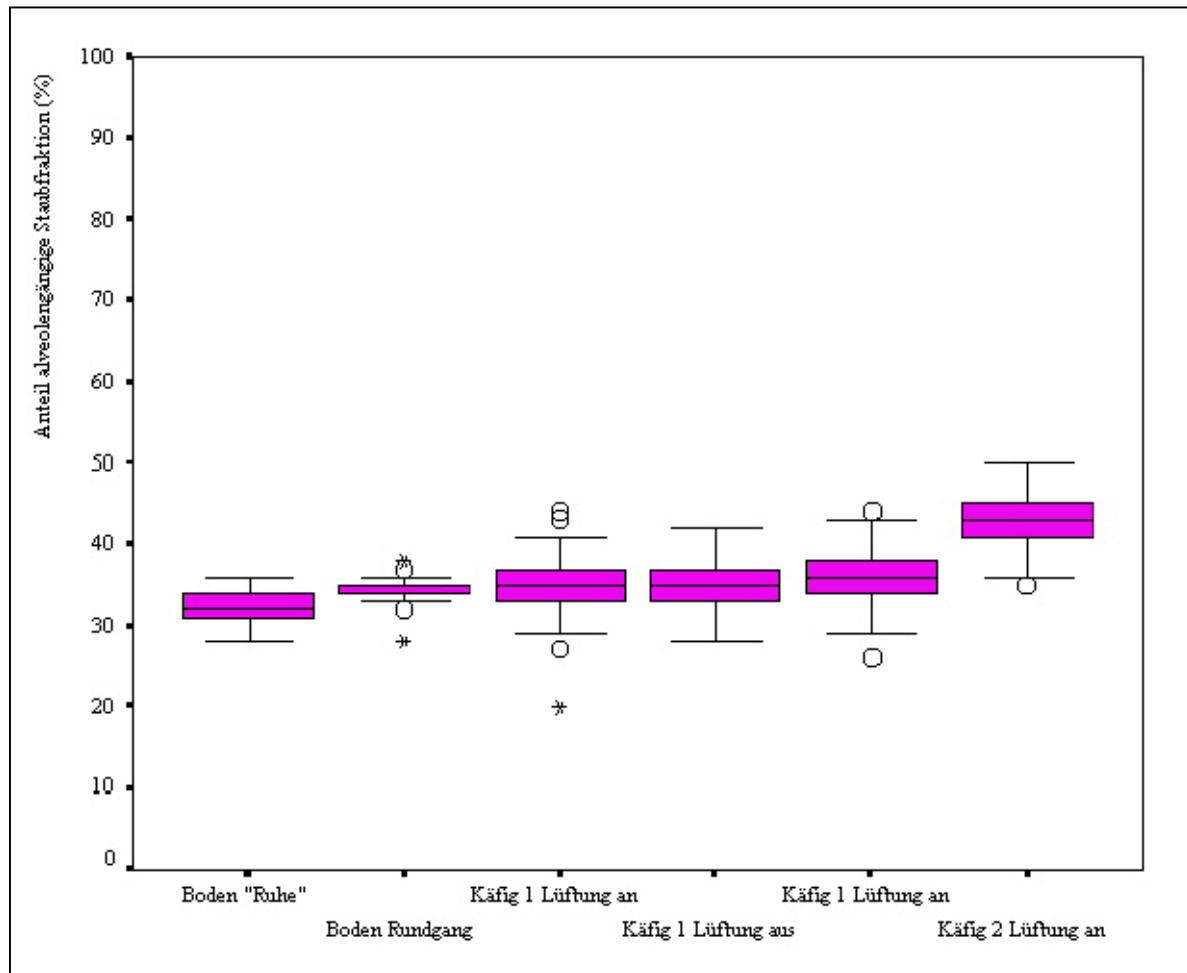


Abb. III-3.5.1.3: Legehennenhaltung - Anteil der alveolengängigen Staubfraktion am einatembaren Staub; Bodenhaltung (Effekt des Rundgangs eines Mitarbeiters) und Käfighaltung (Effekt der Lüftung)

In der Pferdehaltung war wie oben für die Rinderhaltung geschildert die Bewegung des Einstreumaterials mit einer Abnahme des Anteils der alveolengängigen Staubfraktion bei gleichzeitig höherer Konzentration des einatembaren Staubes und auch der thorakalen Staubfraktion verbunden. War der Anteil der alveolengängigen Staubfraktion beim Ausmisten und in der leeren Box "in Ruhe" mit Sägespänen am höchsten, ging dagegen das Einstreuen von Hanf mit der verhältnismäßig größten Exposition gegenüber alveolengängigem Staub bei zusätzlich hoher Gesamtstaubkonzentration einher. Der Unterschied zwischen den Einstreumaterialien wie auch den Tätigkeiten ist jeweils signifikant (Mittelwertsvergleich, vgl. Tabelle A39 im Anhang) (Abb. III-3.5.1.4).

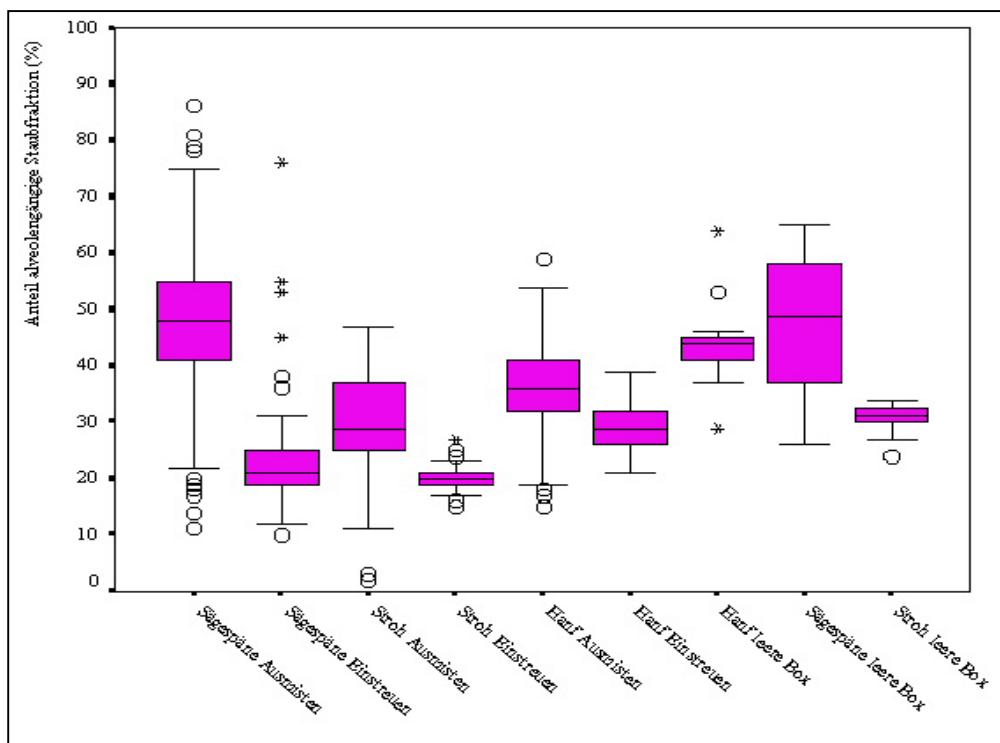


Abb. III-3.5.1.4: Pferdehaltung - Anteil der alveolengängigen Staubfraktion am einatembaren Staub: verschiedene Einstreumaterialien

Auch für den Schweinestall gilt, was oben im Bereich der Rinder-, Legehennen- oder Pferdehaltung festgestellt wurde: die Zunahme der Gesamtstaubexposition im Vergleich der Messung im leeren oder im besetzten Stall (in Ruhe) oder des letzteren verglichen mit dem besetzten Stall (Kontrollgang) war v.a. auf die vermehrte Freisetzung von Partikeln der thorakalen Staubfraktion zurückzuführen. Der A-Staub-Anteil fiel dagegen von 45% (Median, leerer Stall) auf 27% (Median, besetzter Stall) bzw. 24% (Median, besetzter Stall, Kontrollgang). Die Unterschiede waren bei Vergleich

der Mittelwerte signifikant ($p<0.001$) (Abb. III-3.5.1.5).

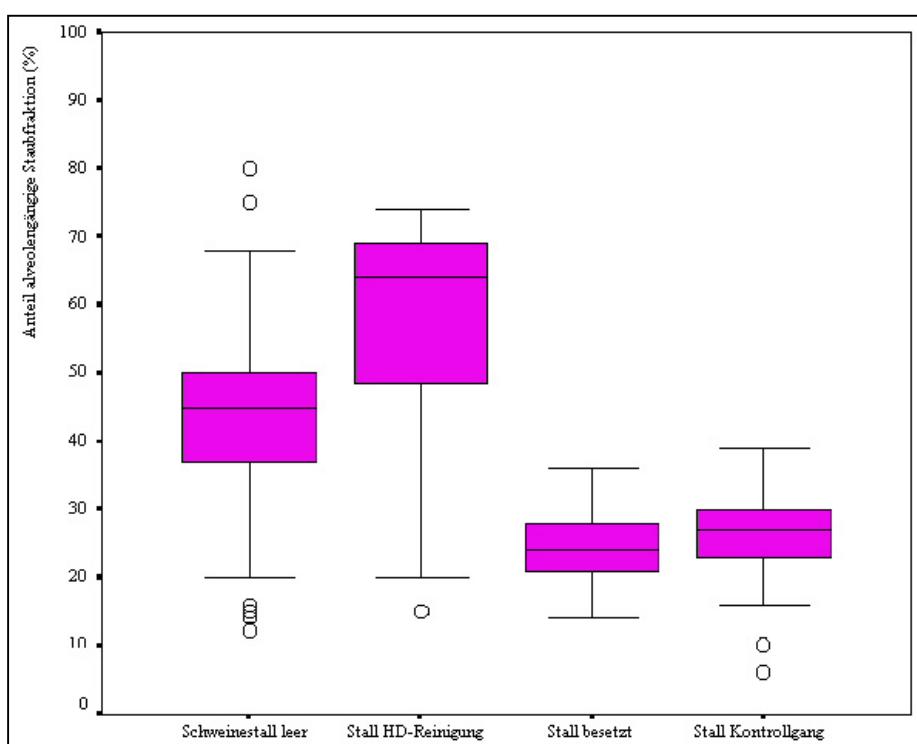


Abb. III-3.5.1.5:
Schweinehaltung -
Anteil der alveolengängigen Staubfraktion am einatembaren Staub: leerer oder besetzter Stall

Die Reinigung des Schneinstalls wie auch der Melkstände im Bereich der Milchviehhaltung erfolgte mittels Hochdruckreinigung bzw. mit einem Wasserschlauch. Letzteres ging im Bereich des Melkstandes auf Hof 3 mit im Median weniger alveolengängigen Partikeln einher (Anteil: Median=30,5%) als die Verwendung des Hochdruckreinigers, wo der Anteil (Median) jeweils 76,5% (Melkstand Hof 1) bzw. 58% (Melkstand Hof 4) oder 64% (Schneinstall) betrug. Diese Unterschiede der Aerosolzusammensetzung waren bei Vergleich der Mittelwerte signifikant ($p<0.001$). Aufgrund der gewählten Methode zur Bestimmung des Aerosolspektrums ist keine Aussage über den Anteil der Partikel mit einem Durchmesser $>18,5\mu\text{m}$ möglich.

Wollte man unter den im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfassten staubbelastenden Tätigkeiten und Arbeitsbereiche eine Hierarchie aufstellen, so ergäbe sich auf der Grundlage der absoluten Konzentration der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion das in Tabelle III-3.5.1.1 zusammengefasste Bild, wobei die Reihenfolge der mit verhältnismäßig hoher Staubexposition einhergehenden Tätigkeiten entsprechend des unterschiedlichen Anteils der alveolengängigen Staubfraktion am einatembaren Staub leicht differiert.

	E-Staub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		A-Staub ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Legehennen in Bodenhaltung – Rundgang des Mitarbeiters	15.409	Legehennen in Bodenhaltung – Rundgang des Mitarbeiters	5.423,76
Legehennen in Bodenhaltung – Ruhe	15.313	Legehennen in Bodenhaltung – Ruhe	4.954,03
Pferde - Einstreuen Stroh	9.590	Pferde – Einstreuen Stroh	1.899
Pferde - Einstreuen Hanf	1.625	Pferde – Einstreuen Hanf	467,5
Pferde - Einstreuen Holz	1.007	Legehennen – Käfig 1 – Lüftung aus	294
Legehennen - Käfig 1 – Lüftung aus	855	Legehennen – Käfig 2 – Lüftung an	245
Legehennen - Käfig 2 – Lüftung an	564,5	Schneinstall HD-Reinigung	211
Kuhstall - Stroh verteilen	544	Pferde – Einstreuen Holz	203
Kuhstall - Bewegung im frischen Stroh	507	Melkstand HD-Reinigung	170
Schneinstall besetzt – Kontrollgang	388,5	Kuhstall – Bewegung im frischen Stroh	114
Schneinstall HD-Reinigung	346	Kuhstall – Stroh verteilen	112
Melkstand HD-Reinigung	298	Schneinstall besetzt – Kontrollgang	91

Tabelle III-3.5.1.1: Hierarchie der Tätigkeiten / Arbeitsbereiche, geordnet nach einatembarer und alveolengängiger Staubfraktion

Es wird deutlich, dass die dargestellten zwölf höchsten Staubkonzentrationen nahezu allesamt bei mit Unruhe der Tiere oder Bewegung des Einstreumaterials verbundenen menschlichen Tätigkeiten innerhalb der Stallungen auftraten. Allein in der Legehennenhaltung wurden hohe Staubkonzentrationen schon ohne menschliche Aktivitäten festgestellt, wobei die Bodenhaltung mit deutlich höherer Staubexposition einher ging als die Käfighaltung.

Bei Zusammenstellung der höchsten Messwerte hinsichtlich der Konzentration luftgetragener Bakterien, Schimmelpilze und Endotoxine ergab sich eine ähnliche Rangfolge, wobei zu beachten ist, dass insgesamt nur wenige Schimmelpilzbestimmungen durchgeführt wurden: Die höchsten Konzentrationen luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe wurden zum einen bei der Verwendung von Einstreumaterialien festgestellt, zum anderen konnten hohe Werte in der Legehennenhaltung und Schweinemast beschrieben werden (Tabelle III-3.5.1.2).

Schimmelpilze (KBE/m ³)		Bakterien (KBE/m ³)	Endotoxine (EU/m ³)
Rinder: Stroh-Häckseln (pg)	11.861.472	Rinder: Stroh-Häckseln (pg)	13.809.523.810
Pferde: Stroh – Einstreuen	424.242	Pferde: Stroh – Einstreuen	16.000.000
Pferde: Sägespäne – Einstreuen	29.478	Pferde: Hanf – Einstreuen	1.723.810
Pferde: Hanf – Einstreuen	23.333	Legehennen – Bodenh. Hof 5	914.286
Pferde: Sägespäne – Ausmisten	22.651	Legehennen – Bodenh. Hof 2	885.714
Bullenstall, Fütterung (pg)	9.524	Schweine: Stall (Bewegung)	571.429
Pferde: Stroh – Ausmisten	6.401	Pferde: Hanf – Ausmisten	518.095
Pferde: Hanf – Ausmisten	1.961	Pferde: Hanf – Ausmisten	465.714
Kühe – nach Fütterung	508	Kühe – nach Fütterung	210.476
Kühe – Futterstall, Ruhe	353	Kühe – Trockenstall	204.762
Legehennen – Bodenh. Hof 5	317	Schweine: Stall besetzt (Ruhe)	181.905
Legehennen Käfighaltung (Arbeitsplatz)	317	Pferde: Stroh – Ausmisten	175.714
		Kühe – Futterstall, Fütterung	131.429

Tabelle III-3.5.1.1: Hierarchie der Tätigkeiten / Arbeitsbereiche, geordnet nach der Luftkonzentration luftgetragenen Bakterien, Schimmelpilzen und Endotoxinen

Die hier beschriebenen hohen Konzentrationen biologischer Arbeitsstoffe in der Stallluft im Bereich der Schweine- und Legehennenhaltung deckten sich mit Befunden, die bei Arbeitsplatzanalysen der westfälischen landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft, Münster, unter Verwendung der beschriebenen Methoden durch das vorgestellte Labor erhoben wurden.ⁱ

ⁱ Für die Überlassung der Daten sei an dieser Stelle der Westfälischen Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft, namentlich Frau Dipl.-Ing. Ulrike Ströker und Herrn Dipl.-Ing. Ludger Lohmann, herzlich gedankt.

Auch hier gingen vergleichsweise hohe Messwerte mit Tierbewegungen (ausgelöst durch eine sich im Stall bewegende Person) oder mit der Verwendung von Einstreu-material (Tiefmisthaltung in der Schweinemast) einher (Tabelle III-3.5.1.3).

Tier	Stallcharakteristika	Endotoxine (EU/ml)	Pilze (KBE/m ³)	Bakterien (KBE/m ³)
Sauen	Abferkelbereich	2.400	794	
	Flatdeckel	2.200	1.110	
	Abferkelbereich	1.500	5.600	
	Anbindestall	193	1.590	
Mastschweine	Tiefmist	59.700	50.000	200.000
	Mast 1 – personengetragen	34.600	8.890	
	Mast 1	26.000	7.200	
	Tiefmist	19.500	3.570	50.000.000
	Mast 2 – personengetragen	10.800		
	Mast 2 stationär	7.400	380	
	Vollspalten	5.000	2.100	4.500.000
	Mast 3	4.300	79	
	Mast 4	1.800	1.590	
	Spaltenboden	1.600	317	10.000
	Teilspalten	800	1.100	
	Spaltenboden	448	5.560	250.000
Legehennen – Bodenhaltung	Personengetragen	15.600	6.700	> 100.000.000
	Stationär	3.000	4.400	36.000.000
Puten – Mast	k.A.	2.900	1.200.000	
Bullen – Mast	k.A.	182		

Tabelle III-3.5.1.3: Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung – Daten der LBG Westfalen; personengetragene Messung gingen mit Tierbewegungen einher

Die standardisierte Betrachtungen der in verschiedenen Bereichen der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung auftretenden Belastungen durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe wird möglich, wenn die Bakterien-, Schimmelpilz- und Endotoxin-konzentrationen auf Luftstaubgehalt bezogen werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war dies auf Ebene des einatembaren Staubes möglich. Allerdings müssen die nachfolgend zusammengestellten Werte vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass die entsprechende Staubfraktion im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mit zwei verschiedenen Methoden erfasst wurde: dem GSP-System (luftgetragene biologische Arbeitsstoffe) und dem Aerosolspektrometer (Partikelkonzentration). Nachfolgend betrachtet werden nur die Arbeitsbereiche mit nahezu homogener Exposition (Tabelle III-3.5.1.4):

- Einstreuen der Pferdeboxen (verschiedene Einstreumaterialien)
- Schweinemast
- Legehennenhaltung.

	Einatembarer Staub Luftkonzentration (Median)	Biologische Arbeitsstoffe (Luftkonzentration)*	Biologische Arbeitsstoffe (Staubkonzentration) (gerundet)
Arbeitsbereich: Pferdehaltung			
Einstreuen – Stroh	9.590 µg/m ³	B: 16.000.000 KBE/m ³ P: 424.242 KBE/m ³ E: 14.043,29 EU/m ³	B: 1.668 KBE/µg P: 44 KBE/µg E: 1,5 EU/µg
Einstreuen – Hanf	1.625 µg/m ³	B: 1.723.810 KBE/m ³ P: 23.333 KBE/m ³ E: 22.171,43 EU/m ³	B: 1.061 KBE/µg P: 14 KBE/µg E: 13,6 EU/µg
Einstreuen – Holz	1.007 µg/m ³	B: ----- P: 29.478 KBE/m ³ E: 2.206,80 EU/m ³	B: ----- P: 29 KBE/µg E: 2,2 EU/µg
Arbeitsbereich: Schweinemast			
Stall – Ruhe	301,5 µg/m ³	B: 181.905 KBE/m ³ P: ----- E: 1.063,81 EU/m ³	B: 603 KBE/µg P: ----- E: 3,5 EU/µg
Stall – Bewegung	388,5 µg/m ³	B: 571.429 KBE/m ³ P: ----- E: 1.185,71 EU/m ³	B: 1.471 KBE/µg P: ----- E: 3,1 EU/µg
Arbeitsbereich: Legehennenhal- tung			
Bodenhaltung (Mittelwerte)	15.361 µg/m ³	B: 914.286 KBE/m ³ P: ----- E: 1.438,10 EU/m ³	B: 60 KBE/µg P: ----- E: 0,1 EU/µg
Käfighaltung (Mittelwerte)	737 µg/m ³	B: 45.715 KBE/m ³ P: ----- E: 1.042, 38 EU/m ³	B: 62 KBE/µg P: ----- E: 1,4 EU/µg

* B: Bakterien, P: Schimmelpilze, E: Endotoxin

Tabelle III-3.5.1.4: Staubkonzentration biologischer Arbeitsstoffe in verschiedenen Arbeitsbereichen – Werte abgeleitet aus Konzentration des einatembaren Staubs (Erfassung: Aerosolspektrometer) und Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe im sog. Gesamtstaub (Erfassung: GSP-System)

Unter Beachtung der genannten methodischen Einschränkungen fanden sich auf den einatembaren Staub bezogen die höchsten

- Endotoxinkonzentrationen bei Verwendung von Hanf als Einstreumaterial.
- Bakterienkonzentrationen einerseits bei Verwendung von Stroh als Einstreumaterial, andererseits im Schweinstall (Bewegung der Schweine).
- Schimmelpilzkonzentrationen bei Verwendung von Stroh als Einstreumaterial.

Bei einer vergleichenden Bewertung der in der Pferdehaltung verwendeten Einstreumaterialien fällt die hohe Endotoxinkonzentration im Hanfstaub auf. Dieser Wert muss auch vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass der Anteil der alveolengängigen Staubfraktion bei Einstreuen von Hanf geringfügig höher war (Median: 29%) als bei Verwendung von Sägespänen (21%) oder Stroh (20%). Es ist zu vermuten, dass Endotoxine so in höheren Konzentrationen in die tiefen Atemwege gelangen als bei Einstreuen mit Sägespänen oder Stroh. Ob dies mit einer erhöhten Prävalenz von Atemwegsbeschwerden bei entsprechend exponierten Beschäftigten einher geht, müssten weitere (vergleichende) Untersuchungen zeigen.

Eine relativ höhere Konzentration von Endotoxinen in der alveolengängigen Staubfraktion in bezug zum Endotoxingehalt des Gesamtstaubs wurde auch von WIEGAND für Schneinställe beschrieben. Nach ihren Befunden betrug der Anreicherungsfaktor zwischen 1,8 und 3,5 (Tabelle III-3.5.1.5).³¹¹

	Stall 1: Mast	Stall 2: Mast	Stall 3: Mast	Stall 4: Aufzucht
Staub (mg/m³)				
E-Staub	3,15	2,72	1,49	4,84
A-Staub	0,15	0,22	0,14	0,46
ET (ng/m³)				
E-Staub	4,85	3,66	0,781	37,3
A-Staub	0,732	0,538	0,327	6,30
% ET (A-Staubfraktion)	15,1	14,7	41,9	16,9
ET (ng/g)				
E-Staub	1.600	1.300	700	7.670
A-Staub	5.600	2.500	2.400	14.000
Anreicherungsfaktor (A-/E-Staub)	3,5	1,9	3,4	1,8

Tabelle III-3.5.1.5: Staub-bezogene Endotoxin (ET)-Konzentration in Schneinställen, nach WIEGAND³¹¹

Auch wenn die Daten von VINZENTS auf einen relativ großen aerodynamischen Durchmesser des Schneinstallstaubes von im Mittel $26 \pm 2,9 \mu\text{m}$ hinweisen³¹², illustrieren die ermittelten hohen Endotoxingehalte gerade des alveolengängigen Staubes aus Schneinställen seine pathogene Wirkung auf die Atemwege.

Die vorliegend erhobenen Befunde unterschiedlicher Belastung der Stallluft mit einerseits Staub und andererseits biologischen Arbeitsstoffen bei Haltung verschiedener Tierarten entsprechen Ergebnissen, die von HARTUNG und SEEDORF vorgestellt wurden. Bei ihrer Zusammenstellung der Endotoxinkonzentration in der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion wurden die hohen Belastungen in der Masthuhn- und Sauenhaltung deutlich (Tabelle III-3.5.1.6).¹⁹⁸

Einatembare Staubfraktion		Alveolengängige Staubfraktion	
Tier / Haltung	Endotoxin (ng/m³)	Tier / Haltung	Endotoxin (ng/m³)
Legehennen (Voliere)	k.A.	Legehennen (Voliere)	30
Masthühner	173	Masthühner	24
Sauen	41	Sauen	9
Absetzferkel	16	Mastschweine	5
Legehennen (Käfig)	14	Absetzferkel	4
Mastrinder	13	Mastrinder	0,5
Kälber	7	Kälber	0,4
Milchkühe	4	Legehennen (Käfig)	0,4 – 5
Mastschweine	4	Milchkühe	0,1

Tabelle III-3.5.1.6: Endotoxine in der Luft von Nutztierställen, Konzentration bezogen auf einatembare und alveolengängige Staubfraktion, nach HARTUNG und SEEDORF¹⁹⁸

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Tierhaltung ohne bzw. mit wenig Einstreumaterial zu einer deutlich geringeren Staubexposition für die Beschäftigten führt als in eingestreuten Ställen.

Wie im Bereich der Milchviehhaltung deutlich wurde, ging die niedrige Staubexposition bei der fast einstreulosen Matratzenhaltung auch mit der geringsten biologischen Belastung einher (Hof 1). Die Verwendung von Stroh (Hof 3) oder Sägespänen (Hof 4) war mit einer Zunahme der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe und der Staubimmission verbunden. Darüber hinaus spielte die allgemeine Stallhygiene eine große Rolle: bei Verwendung derselben Einstreumaterialien wurden in nach Augenschein sauberen Ställen bzw. Stallbereichen geringere Konzentrationen luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe bzw. Partikel festgestellt als in verschmutzten Bereichen.

Bei Vergleich einstreuloser oder -armer Haltungsformen unterschiedlicher Tierarten (hier: Milchvieh in Matratzenhaltung, Mastschweine auf Vollspaltenböden, Legehennen in Käfighaltung) fiel auf, dass die geringsten Bakterien- und Endotoxinkonzentrationen in der Rinderhaltung gemessen wurden. Im Schweine- und Hühnerstall lagen die Messwerte dagegen deutlich höher (Abb. III-3.5.1.6).

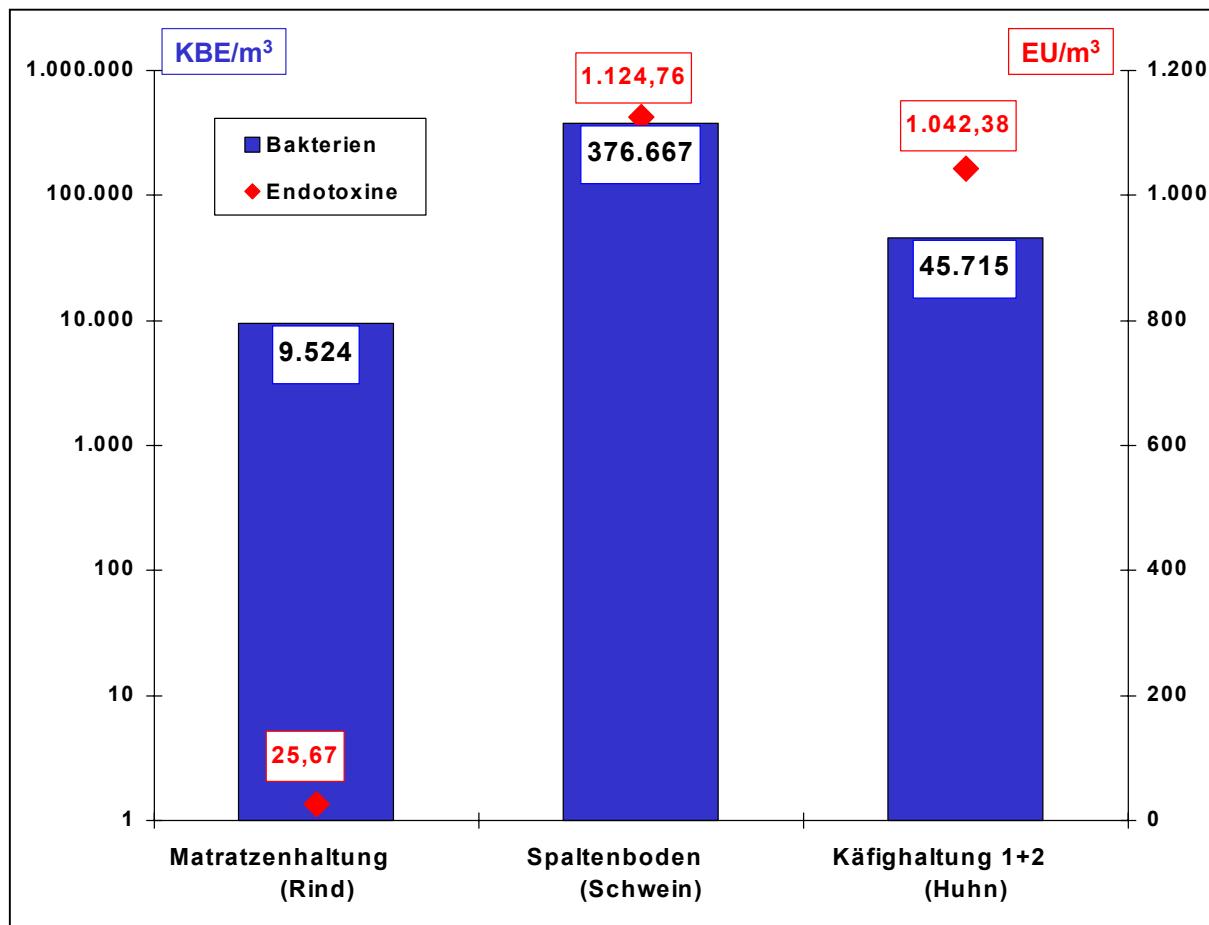


Abb. III-3.5.1.6: Bakterien- und Endotoxinkonzentration bei einstreulosen /-armen Haltungsformen: Kühe – Schweine – Hühner (Schimmelpilzkonzentration jeweils nur grenzwertig)

III-3.5.2. Infektionsgefahren

Neben der inhalativen Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen wurde bei den Begehungen der landwirtschaftlichen Betriebe der Stellenwert der Infektion mit (fakultativ) tierpathogenen Krankheitserregern durch den Umgang mit den Tieren deutlich: weit verbreitet war in den Rinderbeständen z.B. die Trichophythie ("Kälberflechte", "Rinderflechte"), die leicht auf den Menschen übertragbar ist. In einigen Betrieben waren zwar die älteren Milchkühe geimpft, neu in den Betrieb gekommene Rinder oder Mastvieh zeigten jedoch deutliche Krankheitssymptome. Die Lokalisation der Hauteffloreszenzen bei den z.T. massiv erkrankten Tieren wies darauf hin, dass es durch z.B. gemeinsam genutzte Bürsten, durch Reiben an Absperreinrichtungen oder durch den Körperkontakt der Tiere untereinander zu einer effektiven Übertragung des Hautpilzes kam (Abb. III-3.5.2.1). Auf Nachfrage wurde eine zurückliegende Hautpilz-Erkrankung bei den auf dem Hof lebenden Personen auf den meisten Höfen mit Rinderhaltung angegeben.

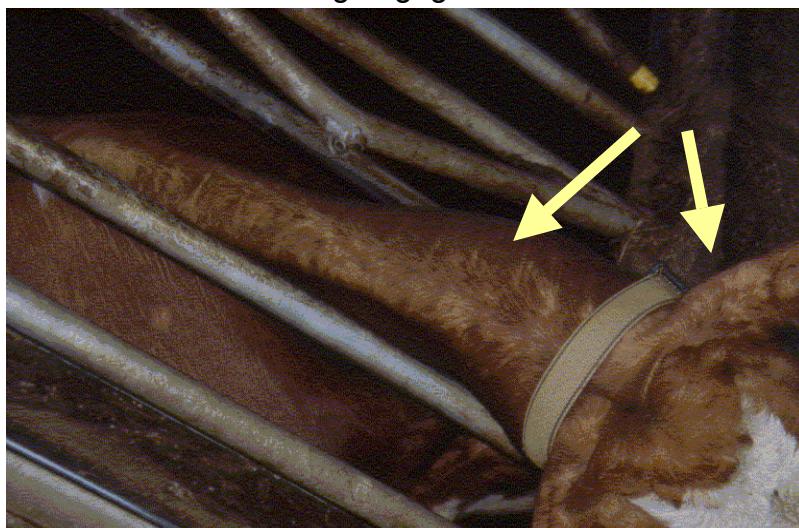


Abb. III-3.5.2.1a:
Deutlicher Pilzbefall im Bereich der Ohren und des Widders einer Kuh

Abb. III-3.5.2.1b:
gemeinsam genutzte Bürsten erleichtern die Übertragung der Krankheitserreger



Der Nachweis des E.coli-Serovar O 91:H21 verdeutlicht die Möglichkeit der Schmierinfektion und fäkal-oralen Aufnahme darmpathogener Krankheitserreger bei direktem Kontakt mit landwirtschaftlichen Nutztieren. Da die Infektionsdosis von EHEC mit 10-100 Keimen sehr gering ist, ist eine rasche Ausbreitung vom Tier auf den Menschen möglich.³¹³ Neben dem direkten Kontakt mit den Tieren weisen die oben dargestellten Daten der Hochdruckreinigung des oft kotverschmutzten Melkstandes auf eine weitere Infektionsmöglichkeit hin: Erregerhaltige Aerosole schlagen sich auf der Klei-

dung nieder, in der Folge sind Schmierinfektion über die kontaminierte Kleidung möglich, auf der die Keime (im feuchten Milieu) eine gewisse Zeit überleben können. EHEC-Bakterien wurden erstmals 1982 als Ursache eines hämolytisch-urämischen Syndroms (HUS) beschrieben. Bei Ausbrüchen EHEC-bedingter Erkrankungen muss bei etwa 5% der Fälle mit einem HUS gerechnet werden, wobei v.a. Kinder im Alter unter 4 Jahren betroffen sind. Eine Meldepflicht nach §3 Bundesseuchengesetz wurde für EHEC-Infektionen und das enteropathische HUS erst im November 1998 eingeführt³¹⁴, so dass für das Jahr 1999 erstmals eine bundesweite Auswertung der Erkrankungen möglich war. Neben 207 Ausscheidern wurden 775 Erkrankte erfasst, bei denen in 635 Fällen z.T. blutiger Durchfall, in 68 Fällen ein HUS und in einem Fall eine thrombotisch-thromobzytopenischen Purpura (TTP) vorlagen. Unter den 391 Meldungen, die die strengeren Kriterien des IfSG erfüllten (Erregernachweis plus Nachweis des Shigatoxins), machten Erreger der Serogruppe O157 den Hauptteil der Meldungen aus (34%). Nach dem Serovar O26 (20%) folgte der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung isolierte Keim O91 an dritter Stelle (6%) gefolgt von O145 und O103 (je 4%) sowie O128 und O146 (je 3%).³¹⁵ Hinsichtlich der allgemeinen Durchseuchung der Rinder mit EHEC in Deutschland liegen Angaben aus dem Zoonosen-Bericht vor, wobei hier in der Regel allein die Toxinbildung bei aus Rinder-Einzelproben isolierten Keimen untersucht wurde. In 223 von 998 untersuchten Fällen (22,34%) resultierte ein positiver Befund. Die Serotypisierung wurde nur bei 3 dieser 223 shigatoxinbildenden E.coli durchgeführt und ergab die Serovare O 103: H2, O 128:H2 und O 86: H-. Auffallend ist, dass es zwischen 1998 (9% Shigatoxin-positive Befunde) und 1999 (22,3% positive Befunde) zu einer starken Zunahme von mit EHEC-infizierten Rindern in Deutschland kam.³¹⁶ Die genannten Zahlen unterstreichen die Bedeutung der Umsetzung von Hygienemaßnahmen für die im Stall tätigen Personen wie auch für Besucher, Feriengäste und (höfeigene) Kinder. In dem Milchviehbetrieb, auf dem der Nachweis des EHEC O91:H21 gelang, waren bislang keine schweren Durchfälle oder andere mit EHEC-assoziierte Erkrankungen (HUS, TTP) aufgetreten.

III-3.5.3 Belastung durch Schadgase – Ammoniak

Allgemein traten die niedrigsten Ammoniakkonzentrationen in der Rinderhaltung auf. Mit Messwerten zwischen 10 und ca. 17 ppm (7,1-12,07 mg/m³) in der Geflügel- und Schweinehaltung wurden die höchsten dauerhaft bestehenden Ammoniakbelastungen festgestellt. In den untersuchten Betrieben lagen diese stets unterhalb des derzeit nach TRGS 900 geltenden MAK-Wertes von 35 mg/m³. Zu beachten ist allerdings, dass die Höhe des MAK-Wertes derzeit innerhalb des Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) diskutiert wird, wobei eine Senkung des Grenzwertes auf 20 ml/m³ bzw. 14 mg/m³ vorgeschlagen wurde. Ausschlaggebend für die Überlegungen zur Absenkung des Grenzwertes war die Beobachtung, dass auch bei Ammoniakkonzentrationen unterhalb des derzeit geltenden MAK-Wertes von 35 mg/m³ bzw. 50 ml/m³ Reizeffekte bei – v.a. erstmals – exponierten Personen auftraten.³¹⁷ Auf der Grundlage dieser Befunde empfiehlt die Deutsche Forschungsgemeinschaft bereits die Einhaltung der niedrigeren Ammoniak-Luftkonzentration³¹⁸, eine Absenkung des MAK-Wertes in der TRGS 900 erfolgte jedoch bisher nicht. Auf der Grundlage der erhobenen Messwerte aus der Legehennenhaltung bzw. Schweinemast ist zu vermuten, dass ein neu definierter niedriger MAK-Wert längst nicht in allen Betrieben der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung eingehalten werden wird.

Im Bereich der Pferdehaltung konnte explorativ zum einen der Effekt der Fütterung auf die Ammoniakkonzentration, zum anderen das Ammoniakbindungsvermögen verschiedener Einstreumaterialien betrachtet werden: während unter den Bedingungen der Winterfütterung (Heu und Kraftfutter) die Ammoniakkonzentrationen im Bereich von 2-6 ppm (1,42-4,26 mg/m³) lagen, führte die mit Beginn der Weidesaison erhöhte Eiweißzufuhr zu einer so starken Zunahme der Ammoniakbildung, dass im untersuchten Pferdestall wie oben geschildert geltende Grenzwert von 35 mg/m³ bzw. 50 ml/m³ v.a. beim Ausmisten der Boxen zum Teil stark überschritten wurde (18-60 mg/m³). Eine Möglichkeit zur Minimierung der inhalativen Ammoniakexposition wurde bei den Untersuchungen zum Ammoniakbindungsvermögen der Einstreumaterialien deutlich: bei nahezu identischer Futterzusammensetzung lagen die Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft bei Verwendung von Sägespänen deutlich niedriger als bei Stroheinstreu.

III-4. Befragung zu Belastungen und Beanspruchungen in der Landwirtschaft

III-4.1. Deskriptive Analyse

Die Betriebe

Insgesamt konnten 91 Hofbögen ausgewertet werden. Auf der Mehrzahl der Betriebe (47/91) werden sowohl Tiere gehalten als auch Pflanzen produziert, ausschließlich Pflanzenbau wird auf 40, ausschließlich Nutztierhaltung auf 4 Höfen betrieben (Tabelle III-4.1.1).

	Pflanzenbau	Kein Pflanzenbau	Summe
Nutztierhaltung	47	4	51
Keine Nutztierhaltung	40		40
Summe	87	4	91

Tabelle III-4.1.1: Betriebsform der erfassten Betriebe

Die Produktionsweise wurde auf 10 Betrieben als ökologisch angegeben, 32 Höfe wurden konventionell, 39 vermischt oder integriert bewirtschaftet (Tabelle III-4.1.2).

Konventionell	Vermischt / integriert	Ökologisch	Keine Angabe	Summe
32	39	10	10	91

Tabelle III-4.1.2: Produktionsweise der erfassten Betriebe

Die Analyse der Betriebsgröße der erfassten Höfe spiegelte das in Südbaden übliche Bild wieder: sowohl in bezug auf die Tierzahl als auch im Hinblick auf die Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche handelte es sich um eher kleine bis mittelgroße Betriebe (Tabelle III-4.1.3 und III-4.1.4), die in der Regel mehrere Tier- bzw. Pflanzenarten produzierten (Abbildung III-4.1.1).

Tierart	Anzahl Höfe*	Spanne	Median	Betriebsgröße (Viehbestand)	Viehindex	Anzahl der Höfe
Rinder	34 (35)	3-125	35	Gering	<5	12
Schweine	26 (30)	1-500	3	Mittel	5-<25	12
Ziegen / Schafe	5 (6)	3-5	3	Groß	25-<50	11
Pferde	8 (9)	1-10	2	Sehr groß	≥50	13
Geflügel	25 (27)	1-60	20			
Sonstige Tiere	5 (5)	2-30	9			
* Höfe mit Angaben zur Tierzahl, in Klammern: Gesamtzahl der Höfe mit entsprechender Tierart				Viehindex gesamt	Spanne: 0,27-125 Median: 22,50	

Tabelle III-4.1.3: Betriebsgröße nach Tierzahl bzw. des Viehindex

Pflanzenart	Anzahl Höfe	Fläche (ha)		Betriebsgröße (Fläche)	Fläche – Kategorie	Anzahl der Höfe
Getreide	53	Spanne 0-600	Median 10,74	Gering	<3 ha	21
Bodenfrüchte	18			Mittel	3-<11 ha	23
Obst	38			Hoch	11-<28 ha	22
Wiese/Brache	51			Sehr hoch	≥28 ha	21
Beeren/Gemüse	18					

Tabelle III-4.1.4: Betriebsgröße nach Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche

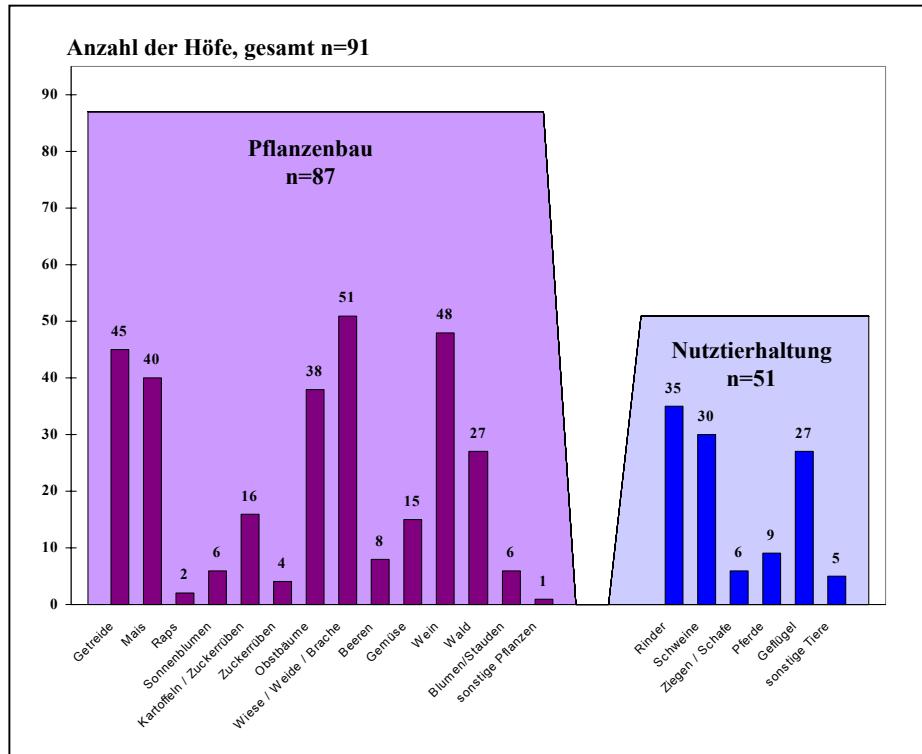


Abbildung III-4.1.1: Formen der Nutztierhaltung und Pflanzenproduktion auf den Höfen

Die technischen Ausstattung der erfassten Betriebe war verschieden umfangreich. Über die Summe aller erfragten technischen Hilfsmittel wurde der Technisierungsgrad kategorial bestimmt (Tabelle III-4.1.5).

Technisierungsgrad	Anzahl technischer Hilfsmittel	Anzahl der Höfe
Gering	1-6	23
Mittel	7-10	20
Hoch	11-13	25
Sehr hoch	>14	23
	Median: 11, Spanne: 1-62	

Tabelle III-4.1.5: Technisierungsgrad der erfassten Höfe

Auf den Betrieben war persönliche Schutzausrüstung in unterschiedlichem Umfang vorhanden. Häufig benutzt wurde nach Angaben der Studienteilnehmer: Gehörschutz, Schutzhandschuhe, Kopfbedeckung, Sicherheitsschuhe und Hautschutzcreme. Als nicht notwendig wurden am ehesten erachtet: Chemikalienmasken, Staubmasken, Schutanzüge, Sicherheitsschuhe und Hautschutzcreme (Abbildung III-4.1.2).

Unfälle durch physikalische Einwirkungen (Schnittverletzungen, Quetschung, Verstauchung, Zerrung und Hexenschuss) wurden am häufigsten genannt (Abbildung III-4.1.3).

Unter den im Fragebogen genannten Krankheitsbildern, wurden neben den Herz-Kreislauf-Erkrankungen Allergien (alle Nennungen zusammengenommen), Asthma und Neurodermitis wie auch Störungen der Fortpflanzung (Schwangerschafts- und Fruchtbarkeitsstörungen zusammengenommen) am häufigsten angegeben (Abb. III-4.1.4).

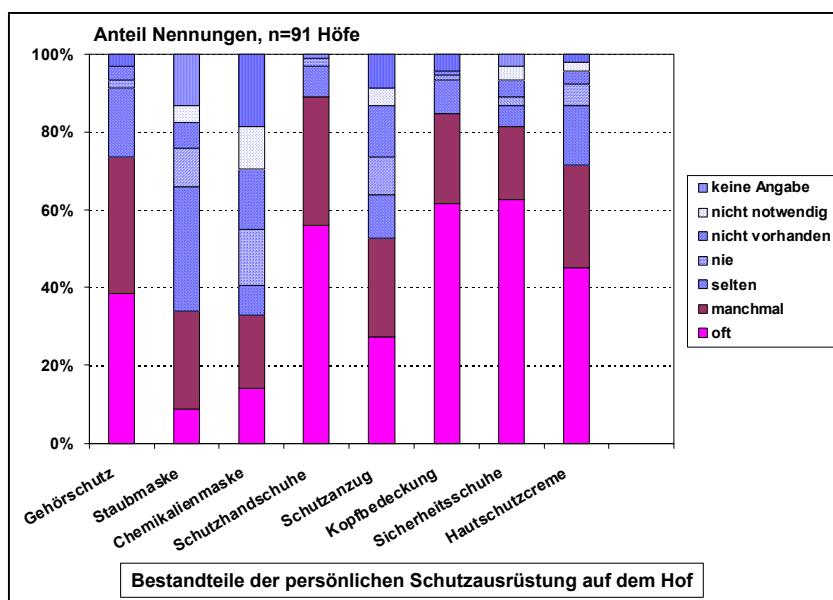


Abbildung III-4.1.2: Persönliche Schutzausrüstung: Häufigkeit des Gebrauchs

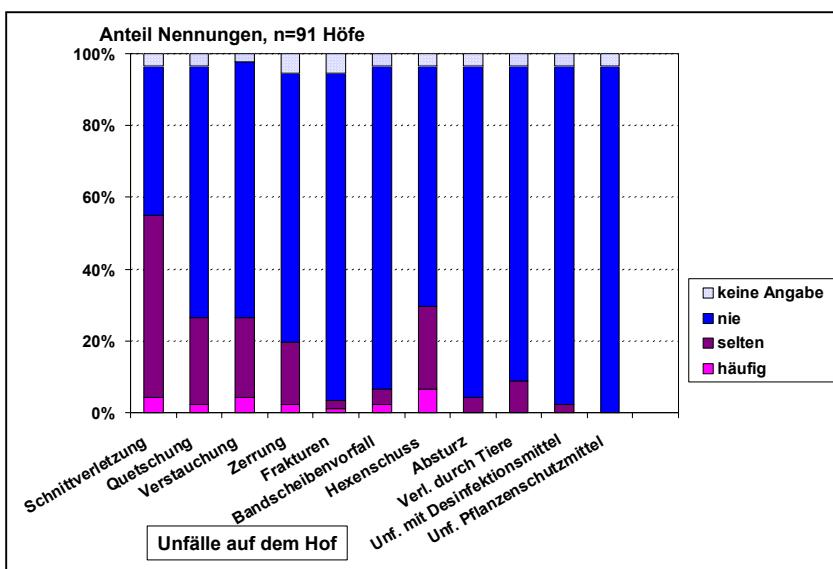


Abbildung III- 4.1.3: Häufigkeit von Unfällen auf den Höfen

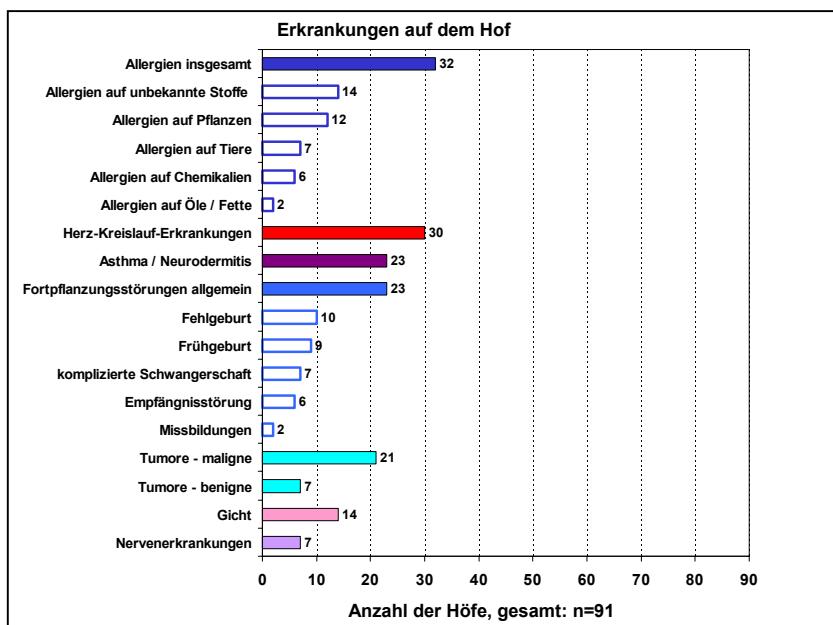


Abb. III-4.1.4: Häufigkeit einzelner Erkrankungen auf den Höfen

Aufgrund der geringen Stichprobengröße (n=91) wurde auf eine vertiefende Analyse der Angaben zum Gebrauch der persönlichen Schutzausrüstung, der Unfälle und Erkrankungen verzichtet.

Hinsichtlich der auf dem Hof tätigen Personen lagen von einem Hof keine Angaben vor. In den verbleibenden 90 Betrieben waren im Mittel 4 Personen (Median, Spanne: 1-85) in der Landwirtschaft tätig. Hierbei handelte es sich in der Regel um den Betriebseigner (85/90 Höfe) und dessen Ehefrau (72/90 Höfe). Unterstützt wurden diese durch Kinder über 14 Jahre (Median: 2, Spanne: 1-5) auf 31, durch andere mithelfende Familienangehörige (Median: 2, Spanne: 1-4) auf 46 und durch Saisonarbeitskräfte bzw. Aushilfen (Median: 3; Spanne: 1-80) auf 42 der 90 Höfe. Jeweils einen Auszubildenden gab es auf zwei Höfen, Angestellte wurden keine angegeben.

Die Personen

Von den n=91 Betrieben gingen n=170 Personenbögen ein, wobei 10 Personenbögen keinem Hof zugeordnet werden konnten. Auf Betrieben mit Nutztierhaltung arbeiteten ungefähr zwei Drittel der Studienteilnehmer, ein Drittel war allein im Pflanzenbau tätig (Tabelle III-4.1.6).

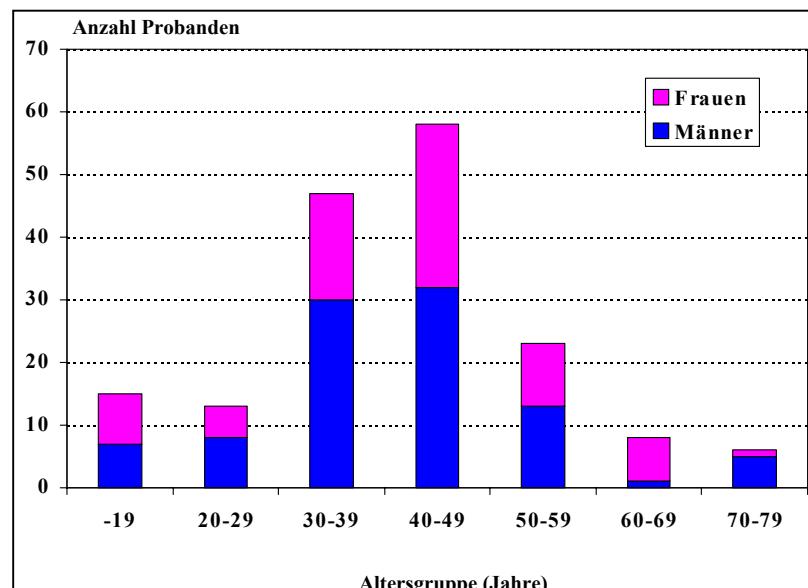
	Pflanzenbau	Kein Pflanzenbau	Summe
Nutztierhaltung	85	6	91
Keine Nutztierhaltung	69		69
Summe	154	6	160

Tabelle III-4.1.6: Studienteilnehmer nach Betriebsform

Die Mehrheit der Personen arbeitete auf nicht rein konventionell oder rein ökologisch bewirtschafteten Betrieben (Tabelle III-4.1.7).

Konventionell	Vermischt / integriert	Ökologisch	Keine Angabe	Summe
53 (33,1%)	67 (41,9%)	22 (13,8%)	18 (11,3%)	160

Tabelle III-4.1.7: Verteilung der Studienteilnehmer auf die verschiedenen Produktionsweisen



An der Befragung nahmen n=94 Männern und n=76 Frauen vor, wobei die mittleren Altersgruppen am häufigsten vertreten waren (Abb. III-4.1.5).

Abb. III-4.1.5: Alters- und Geschlechtverteilung der Studienteilnehmer

Die meisten Fragebögen lagen von Betriebseignern (n=77) bzw. deren Partnern (n=51) vor. Mithelfende Familienangehörige hatten n=21, mitarbeitende Kinder n=14 und Pächter n=7 Personenbögen ausgefüllt, wobei die Mehrzahl der Personen (154/169) ganzjährig auf dem Betrieb arbeiteten. Die Höfe waren in der Regel im Besitz eines Mannes (Tabelle III-4.1.8).

	Betriebs-eigner	Betriebs-pächter	Partner von Eigner / Pächter	Kind > 14	Mithelfende Familien-angehörige	Gesamt
Frauen	11		49	5	9	74
Männer	66	7	2	9	12	96
Gesamt	77	7	51	14	21	170

Tabelle III-4.1.8: Geschlechtsverteilung der Studienteilnehmer, Stellung im Betrieb

Die durchschnittliche Wochenarbeitszeit lag bei 40 h (Median; Spanne 0-85 h) (n=160); auf der Basis der Studienteilnehmer, die 20 und mehr Stunden in der Woche arbeiteten, ergab sich eine mittlere Wochenarbeitszeit von 50 h (Median, Spanne: 20-85 h) (n=129).

Angaben zum Rauchverhalten machten n=167 Personen. Unter diesen rauchten 18 zum Zeitpunkt der Befragung (10,8%), früher geraucht hatten weitere 15 Probanden (8,9%).

Unter den erfragten Infektionskrankheiten wurde die frühere Erkrankung an FSME (6/156), Borreliose (8/158), Toxoplasmose (4/153), Melkerknoten (1/155), Tuberkulose (1/155), Chlamydieninfektion (2/156) und Hautpilz (53/158) bzw. Trichophythie (8/156) angegeben. Hinsichtlich möglicher Berufskrankheiten gaben zwar fünf Personen eine solche an, allerdings waren keine Infektionskrankheiten, sondern Bandscheibenleiden (n=2), "Tremor/Zittern" (n=1), Allergien (n=1) oder ein Tinnitus (n=1) der Anlass der Verdachtsanzeige.

Entsprechend der Vielfalt der Betriebsformen auf den untersuchten Höfen, übten die meisten der Studienteilnehmer mehrere Tätigkeiten in unterschiedlichem Umfang aus. Der Schwierigkeit, dass nur kleinste Subgruppen mit aufgrund der Hofstruktur ähnlichem Tätigkeitsspektrum hätten analysiert werden können, wurde dadurch begegnet, dass das individuelle Tätigkeitsprofil erfasst wurde. Auch hier war jedoch für eine sinnvolle Datenanalyse eine Reduktion der Informationsfülle durch Gruppierung und Kategorisierung der Angaben notwendig. Deskriptiv soll nachfolgend deshalb nur dargestellt werden, wie viele Personen angaben, einzelne Tätigkeiten manchmal (20-50%) bzw. regelmäßig (>50% der Wochenarbeitszeit) auszuüben.

Hierbei wurden viele Arbeitsbereiche gleichermaßen von Frauen und Männern, andere hingegen (Umgang mit Futter- oder Pflanzenschutzmitteln, maschinelle Feldarbeit, Reparaturarbeiten, Haushalt) geschlechtsspezifisch unterschiedlich häufig genannt (Tabelle III-4.1.9). Die Nennungen "regelmäßig" und "manchmal" werden in den folgenden Analysen zu "häufig" zusammengefasst.

	Tätigkeit		Summe Häufige Exposition (Frauen / Männer)*
	Regelmäßig (>50%)	Manchmal (25-50%)	
Kuhstall	28	28	56 (24/32)
Schweinestall	12	6	18 (10/8)
Geflügelstall	9	4	13 (8/5)
Futtermittel	15	19	34 (12/22)
Pflanzenschutzmittel	6	18	24 (4/20) (p<0,01)
Sonstige Chemikalien	3	3	6 (3/3)
Feldarbeit (maschinell)	21	64	85 (12/73) (p<0,001)
Feldarbeit (manuell)	34	65	99 (47/52)
Reparaturarbeiten	11	21	32 (2/30) (p<0,001)
Verkauf	14	20	34 (15/19)
Haushalt	61	16	77 (65/12) (p<0,001)

* signifikanter Unterschied zwischen Frauen und Männern angegeben

Tabelle III-4.1.9: Häufig ausgeübte Tätigkeiten – Anzahl der Nennungen

Die einzelnen abgefragten Belastungsparameter wurden mit unterschiedlicher Häufigkeit und Stärke genannt, wobei körperliche Belastungen und physikalische bzw. klimatische Einflüsse am häufigsten genannt wurden (Abb. III-4.1.6).

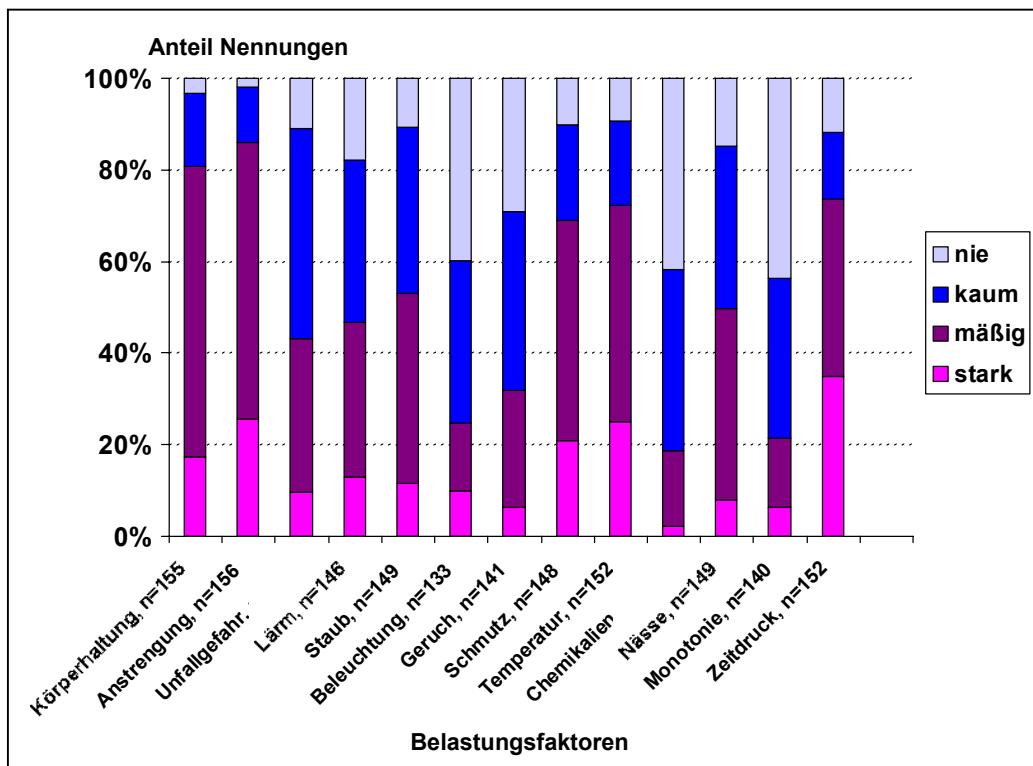


Abb. III-4.1.6: Genannte Belastungsparameter, nur Fragebögen mit Angaben

Für die weiteren Analysen wurden die Einzelnennungen, wie im Kapitel Material und Methoden (Abschnitt II-2.4.2) geschildert, gruppiert. Die angegebene Belastungsstärke wurde in einen Summenscore mit maximal 100 Punkten umgerechnet.

Auf diese Weise konnte der Stellenwert der einzelnen Belastungsfaktoren

- physikalische / klimatische Belastungen
- chemische Belastungen
- psychische Belastungen
- inhalative Belastungen
- Unfallgefahr
- körperliche Belastungen

untereinander verglichen und ein Gesamtbelastungsscore gebildet werden. Hierbei erreichten die körperlichen Belastungen den höchsten Punktwert (Abb. III-4.1.7). Die Analyse möglicher beeinflussender Variablen ist unter Punkt III-4.3. dargestellt.

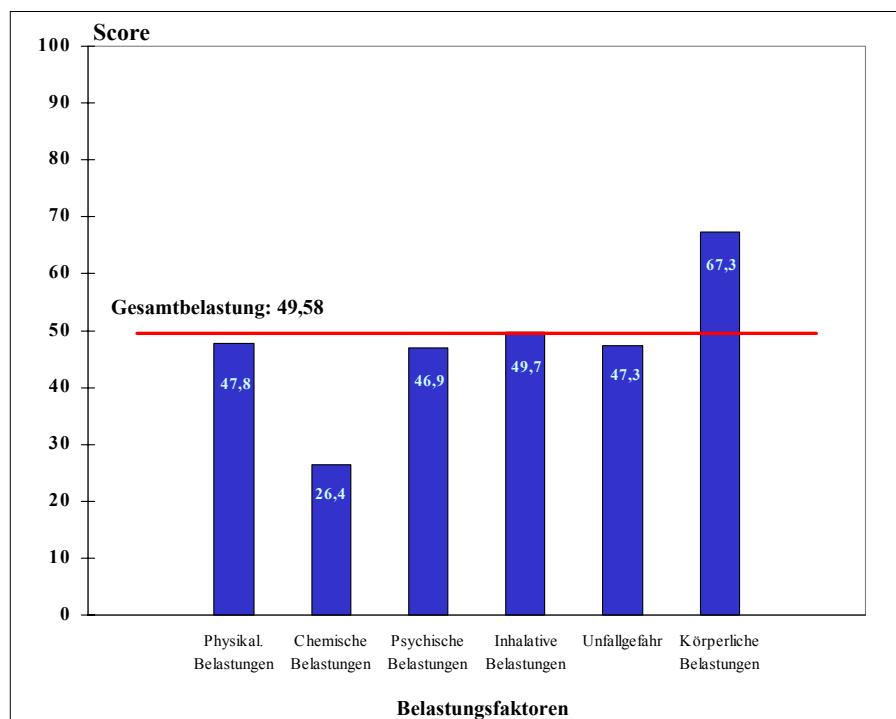


Abbildung III-4.1.7: Belastungsfaktoren – Gesamtbelastung, maximal 100 Punkte

Bei der Auswertung der Angaben zu Beanspruchungsreaktionen bzw. Beschwerden wurde ebenfalls der Schwerpunkt auf die Analyse der gruppierten Variablen (zur Bildung vgl. Kapitel Material und Methoden, Abschnitt II-2.4.2) gelegt. Auch hier erfolgte die Betrachtung auf Basis des Summenscores betrachtet (maximal 100 Punkte). Wie geschildert, lagen sowohl Median als auch Mittelwert der angegebenen Beschwerdenstärke in der Regel weit unter 50 Punkte. Die durchweg niedrigeren Medianwerte belegen hierbei die Linksschiefe der Verteilung.

Deutlich heben sich beim Vergleich der im Mittel angegebenen Beschwerdenstärke (Mittel- und Medianwerte) die muskuloskeletalen Beschwerden von den anderen Beschwerdengruppen ab (Abb. III-4.1.8). Die Darstellung der Analyse möglicher Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Beschwerdenstärke folgt in Abschnitt III-4.3.

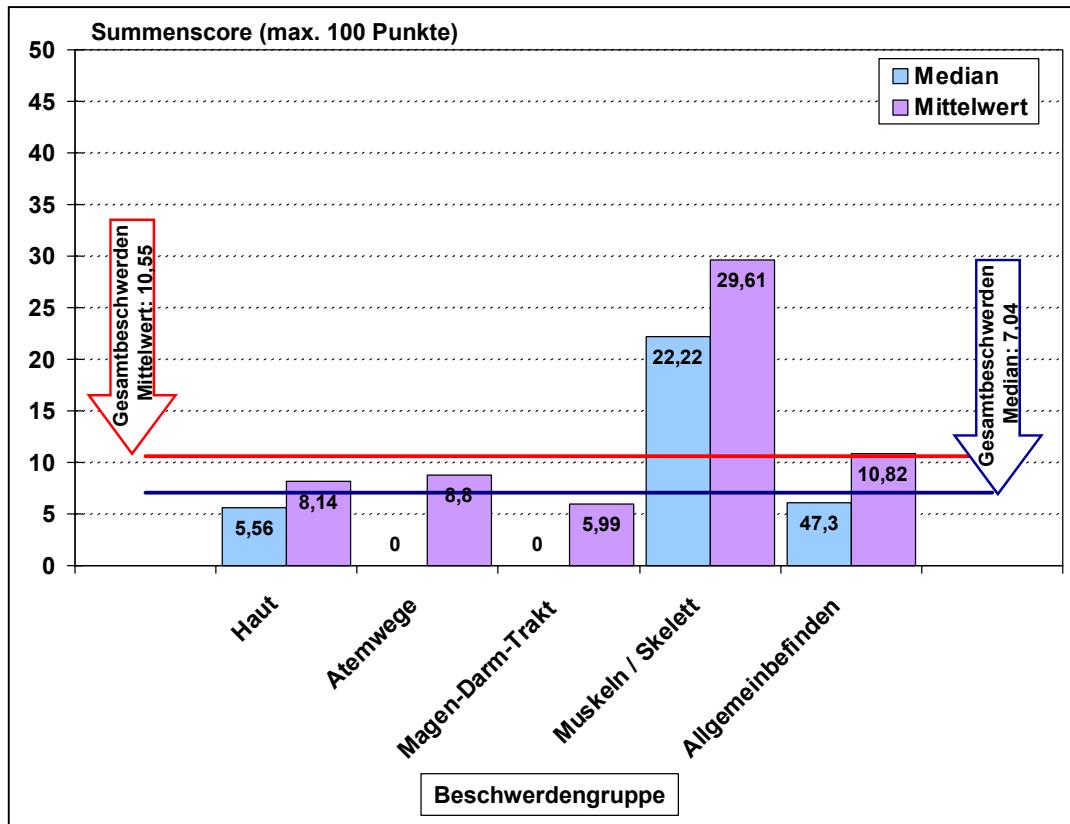


Abb. III-4.1.8: Beschwerdengruppen- und Gesamtbeschwerdenscore - Median- und Mittelwerte, Summenscore max. 100 Punkte

Neben der Beschreibung von Variablen, die die Häufigkeit und Stärke der Beschwerden modifizieren, wurden die Items aus der Beschwerdenliste nach v. Zerssen mit dem zur Liste gehörenden Normkollektiv verglichen.

III-4.2. Auswertung der Angaben aus der Beschwerdenliste nach v. Zerssen

Zur Auswertung standen die Angaben von n=99 Studienteilnehmer (Alter: 20-64 Jahre) zur Verfügung. Im Vergleich zur Eichstichprobe der Beschwerdenliste gaben die Beschäftigten in der Landwirtschaft allgemein weniger Beschwerden an: bei nur 10% der Teilnehmer ergaben sich stark erhöhte Stanine-Werte (Normkollektiv: 13%), bei 7% erhöhte Werte (Normkollektiv: 12%) (Abb. III-4.2.1).

Auf der Ebene der Einzelfragen lagen die Mittelwerte bei den Beschäftigten in der Landwirtschaft durchweg niedriger als bei der Normstichprobe - mit Ausnahme der beiden Items Kreuz- und Rückenschmerzen und Nacken- und Schulterschmerzen. Hier gaben die Studienteilnehmer stärkere Beschwerden an (Abb. III-4.2.2).

Auf der Grundlage der ermittelten Summen- und Einzelwerte zeigten sich die Beschäftigten aus der Landwirtschaft deutlich weniger klagend als die von v. Zerssen untersuchte Eichstichprobe. Um so größere Bedeutung kommt jedoch der Nennung von Beschwerden im Bereich der Wirbelsäule bzw. des Nackens und der Schulter zu. Diese stehen für die Befragten deutlich im Vordergrund.

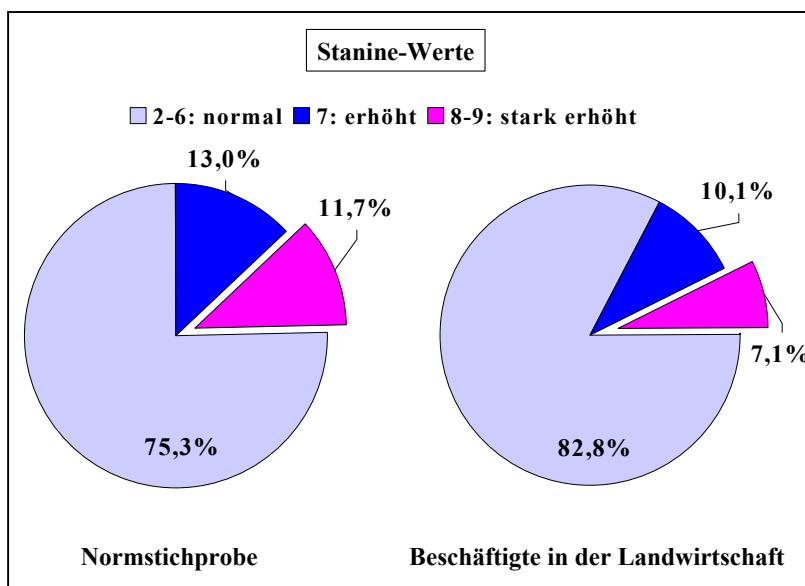


Abb. III-4.2.1: Ergebnisse der Befragung mittels der Beschwerdenliste (B-L) nach v. Zerssen; Vergleich der Stanine-Werte (Summenwert); Normstichprobe: n=1761, Landwirte: n=99

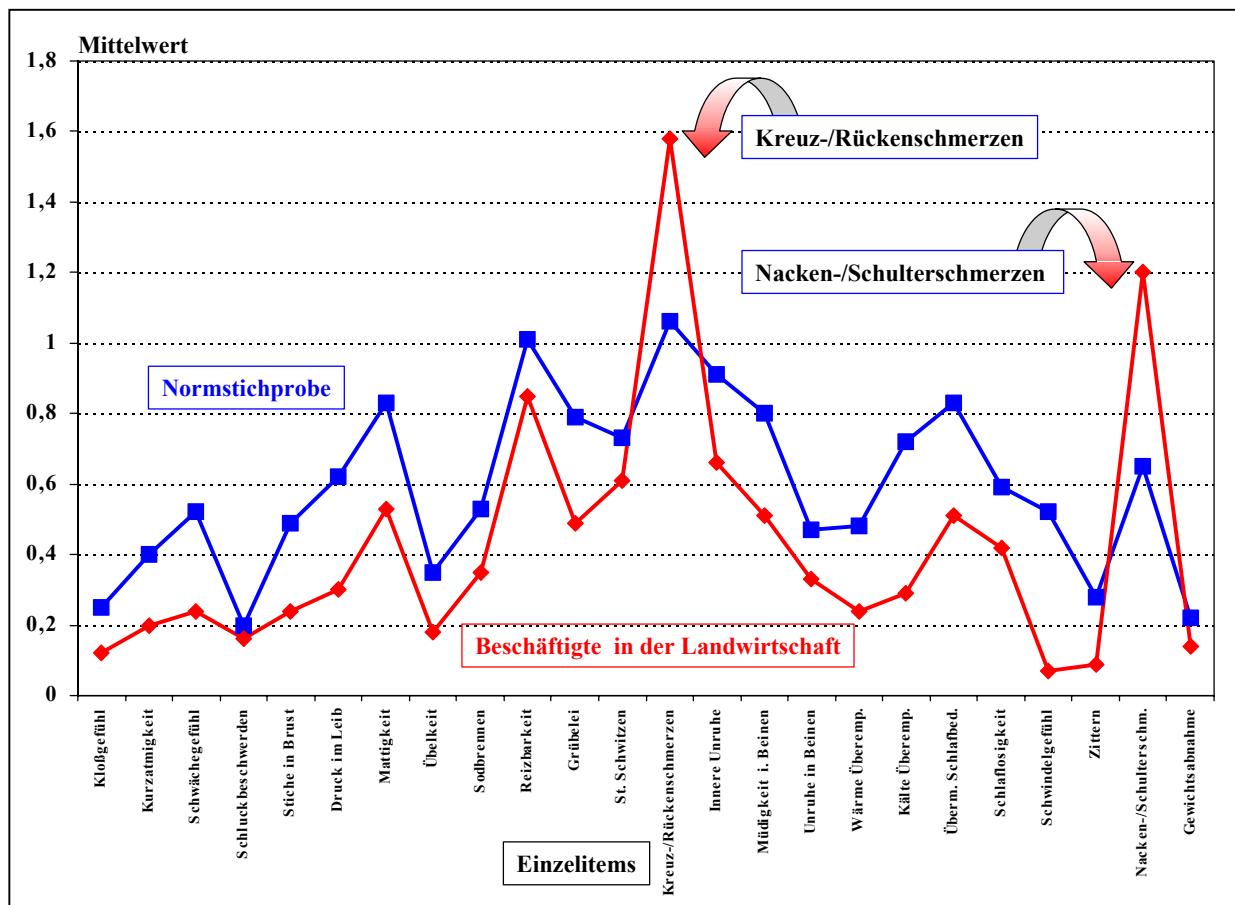


Abb. III-4.2.2: Ergebnisse der Befragung mittels der Beschwerdenliste (B-L) nach v. Zerssen; Vergleich der Einzelitem-Werte (Mittelwerte); Normstichprobe: n=1761, Landwirte: n=99

III-4.3. Bivariate und multivariate Analysen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird nur eine Auswahl der Analysenergebnisse vorgestellt. Eine ausführliche Darstellung der Untersuchung und eine vertiefende Diskussion der Ergebnisse wird in der Veröffentlichung und der Diplomarbeit von cand.-Ing. Nicole Blomberg erfolgen.

III-4.3.1 Belastungsfaktoren

Im Hinblick auf die weitere Analyse der Belastungsfaktoren wurde untersucht, welche Variablen zu höheren Einzel- und Gesamtbelastungen und welche zu überdurchschnittlichen Belastungen führen. Erstere Fragestellung wurde folglich auf der Basis der Belastungsscores (Mittelwertvergleich), die zweite auf der Basis einer Dichotomisierung (≤ 50 Punkte, > 50 Punkte) bearbeitet. In den statistischen Analysen wurden jeweils die Einzelbelastungen und die Gesamtbelastung betrachtet.

Bei der bivariaten Analyse möglicher Prädiktoren für höhere Belastungen ergab sich eine Fülle von Faktoren mit signifikantem ($p < 0,05$) oder knapp nicht signifikantem Einfluss ($p < 0,1$), auf deren Aufzählung an dieser Stelle verzichtet wird. Allein die Stärke der inhalativen Belastungen bei Tätigkeiten im Kuh- oder Schneinstall wird nachfolgend grafisch dargestellt, da diese am ehesten den Kontakt mit biologischen Arbeitsstoffen wiedergeben (Abbildung III-4.3.1.1).

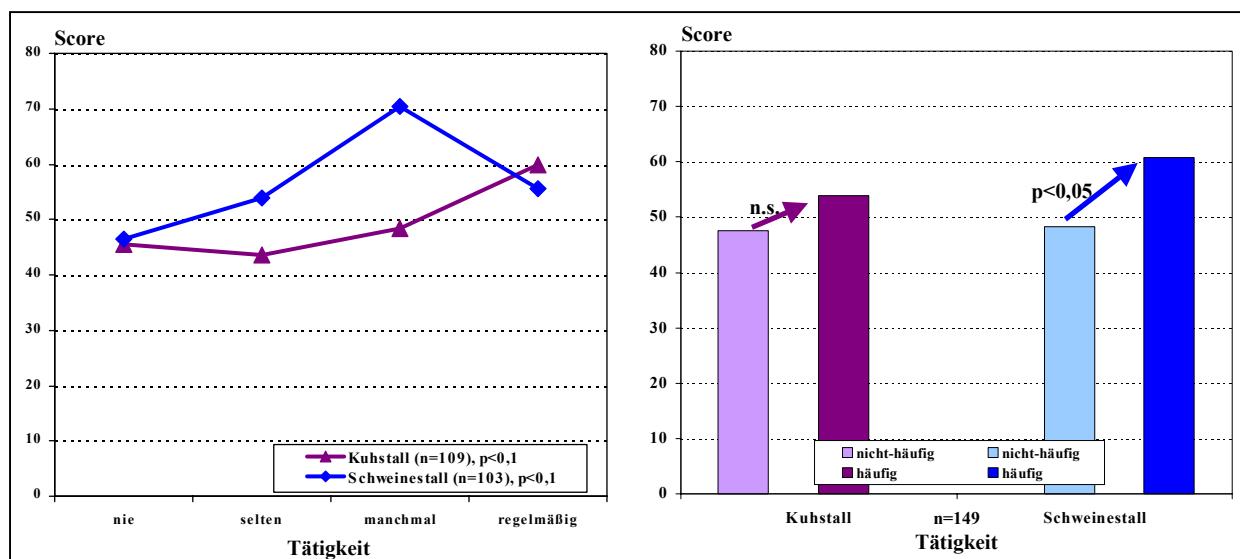


Abbildung 4.3.1.1: Beeinflussung der Stärke der inhalativen Belastung (Summenscore) durch die Tätigkeit im Kuh- oder Schneinstall (bivariate Analyse, Mittelwertsvergleich); häufig = regelmäßig/manchmal; nicht-häufig = Rest (inkl. keine Angabe)

Eine Reduktion der Informationsfülle ergab sich bei der bivariaten Betrachtung der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Ausprägung einzelner Belastungen. Nachfolgend sind die Faktoren zusammengefasst, für die ein signifikanter Einfluss beschrieben werden konnte (Tabelle III-4.3.1.1).

Überdurchschnittliche Ausprägung des Faktors	durch die Variable....
physikalische / klimatische Belastung	Männliches Geschlecht Produktionsweise: nicht ökologisch Betriebspächter Keine Rinderhaltung auf dem Hof Getreideanbau auf dem Hof Obstanbau auf dem Hof Weinanbau auf dem Hof Häufige Arbeit mit Pflanzenschutzmitteln Häufige maschinelle Feldarbeit Keine häufige Hausarbeit Hohe Wochenarbeitszeit Niedriger Viehindex Einstellung geprägt von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit
chemische Belastung	Männliches Geschlecht Keine ökologische Produktionsweise Betriebseigner Keine Rinderhaltung auf dem Hof Obstanbau auf dem Hof Weinanbau auf dem Hof Keine häufige Tätigkeit im Kuhstall Keine häufige Tätigkeit mit Futtermitteln Häufige maschinelle Feldarbeit Häufige manuelle Feldarbeit Keine häufige Hausarbeit Einstellung geprägt von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit
psychische Belastung	Hohe Wochenarbeitszeit Obstanbau auf dem Hof Einstellung geprägt von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit
inhalative Belastung	Männliches Geschlecht Hohe Wochenarbeitszeit Kein Pflanzenbau auf dem Hof Produktionsweise: nicht ökologisch Hoher Viehindex Hoher Technisierungsgrad Getreideanbau auf dem Hof Häufige Tätigkeit im Schweinestall Häufige Tätigkeit mit Pflanzenschutzmitteln Häufige maschinelle Feldarbeit Häufige Durchführung von Reparaturen Große Betriebsfläche Einstellung geprägt von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit
Unfallgefahr	Männliches Geschlecht Hohe Wochenarbeitszeit Betriebspächter Häufige Tätigkeit mit Pflanzenschutzmitteln Häufige maschinelle Feldarbeit Keine häufige Hausarbeit Einstellung geprägt von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit Einstellung geprägt von Angebundensein an Betrieb

Überdurchschnittliche Ausprägung des Faktors	durch die Variable....
	Mittlere Altersgruppen
	Hohe Wochenarbeitszeit
	Keine ökologische Produktionsweise
	Betriebseigner, Betriebspächter, Partner
körperliche Belastung	Viehindex >25 Viecheinheiten
	Obstanbau
	Anbau von Beeren oder Gemüse
	Häufige manuelle Feldarbeit
	Einstellung geprägt von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit

Tabelle III-4.3.1.1: Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Belastung (Summenscore >50), mindestens p<0,05

Für folgende Faktoren ließ sich in der bivariaten Analyse ein signifikanter Einfluss auf eine überdurchschnittliche Gesamtbelastung (Score > 50 Punkte) beschreiben:

- Männliches Geschlecht: p<0,001
- Altersgruppe 30-59 Jahre: p<0,05
- Produktionsweise konventionell > integriert/vermischt > ökologisch: p<0,05
- Pächter oder Betriebseigner: p<0,001
- Keine Ziegen-/ Schafhaltung: p<0,05
- Maschinelle Feldarbeit: p<0,001
- Keine Arbeit im Haushalt: p<0,01
- Hohe Wochenarbeitszeit: p<0,001
- Einstellung geprägt von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit: p<0,001

Knapp nicht signifikant (p<0,1) war der Einfluss der Betriebsform (nur Pflanzenbau), der fehlenden Tätigkeit im Kuhstall, des Obst- und Rebenanbaus, des Umgangs mit Pflanzenschutzmitteln und eines hohen Technisierungsgrades.

Die multivariate Analyse mittels logistischer Regression schließlich ermöglichte es, aus dem Zusammenspiel der betrachteten Variablen die Faktoren zu differenzieren, die die Wahrscheinlichkeit für eine überdurchschnittliche Einzel- oder Gesamtbelastung – unabhängig von der Beeinflussung durch andere Faktoren - signifikant erhöhten.

Folgende Modelle resultierten für die einzelnen Belastungsfaktoren, die Einzelheiten zu den verwendeten Modellen sind im Anhang zusammengestellt (vgl. Zusammenfassung A40- A50):

- überdurchschnittliche physikalische / klimatische Belastung (Abb. III-4.3.1.2):
Charakteristika des Modells: n=135; Chi²= 54,126; df=7; p<0,001
 - als Prädiktoren resultierten:
 - Stellung im Betrieb: Betriebspächter (p<0,05)
 - Obstanbau (p<0,001)
 - häufige Ausführung maschineller Feldarbeit (p=0,053)
 - Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (p<0,05)

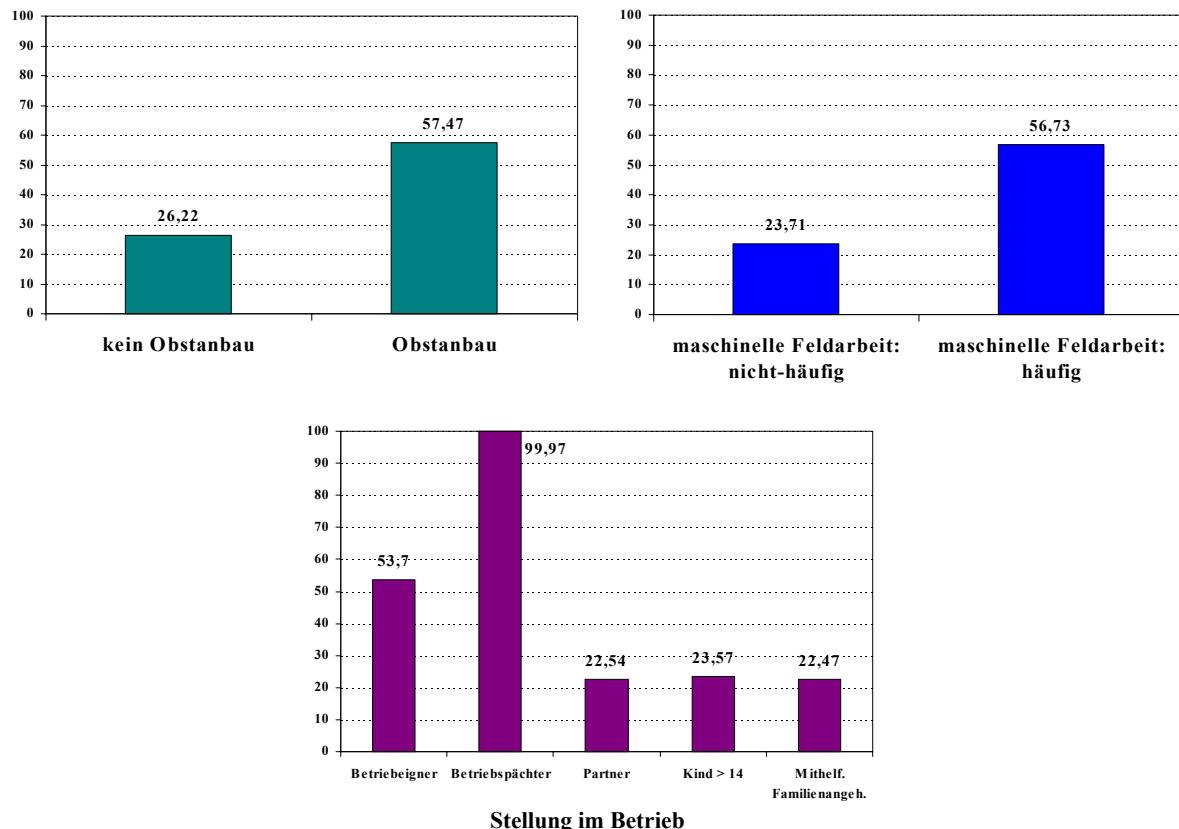


Abb. III-4.3.1.2: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche physikalische / klimatische Belastung, n=156, Summenscore max. 100 Punkte

- überdurchschnittliche chemische Belastung (Abb. III-4.3.1.3):

Charakteristika des Modells: n=135; χ^2 (Modell)= 36,244; df=2; $p<0,001$

 - Aufgrund deutlicher geschlechtsspezifischer Unterschiede in der Frequenz einzelner belastender Tätigkeiten, ergab sich bei den beiden resultierenden Prädiktoren eine Interaktion mit dem Geschlecht der Befragten. Es resultierten die Variablen:
 - Geschlecht * Obstanbau ($p<0,001$)
 - Geschlecht * häufige manuelle Feldarbeit ($p<0,01$)

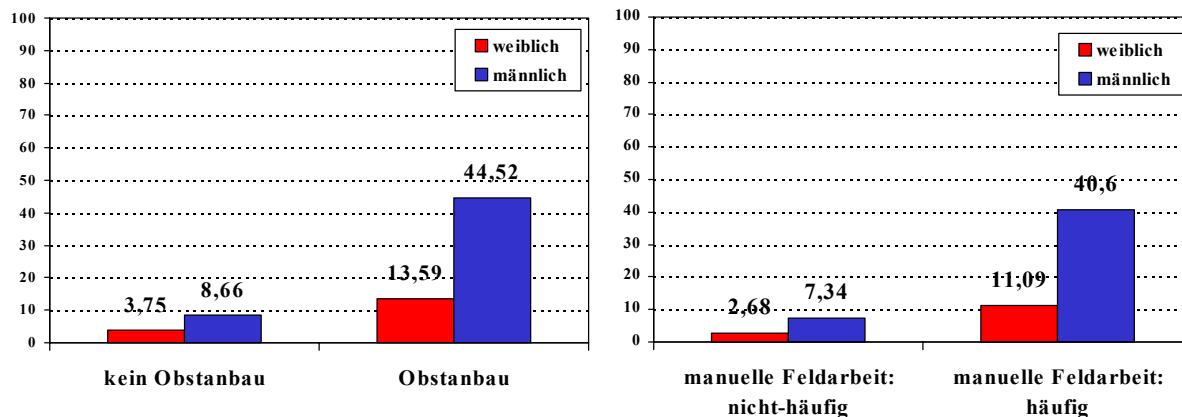


Abb. III-4.3.1.3: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche chemische Belastung, n=160, Summenscore max. 100 Punkte

- überdurchschnittliche psychische Belastung (Grafik im Anhang, Abbildung A44):
Charakteristika des Modells: n=139; χ^2 (Modell)= 17,649; df=1; p<0,001
Als Prädiktor resultierte:
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (p<0,001)
- überdurchschnittliche inhalative Belastung (Abb. III-4.3.1.4):
Charakteristika des Modells: n=134; χ^2 (Modell)= 67,904; df=5; p<0,001
Als Prädiktoren resultierten:
- Produktionsweise: Ökobetriebe deutlich niedrigere Belastung (p<0,05)
- Viehindex: Zunahme mit Zahl der Tiere (p<0,001)
- Häufiger Umgang mit Pflanzenschutzmitteln (p<0,01)
- Häufige maschinelle Feldarbeit (p<0,05)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (p<0,01)

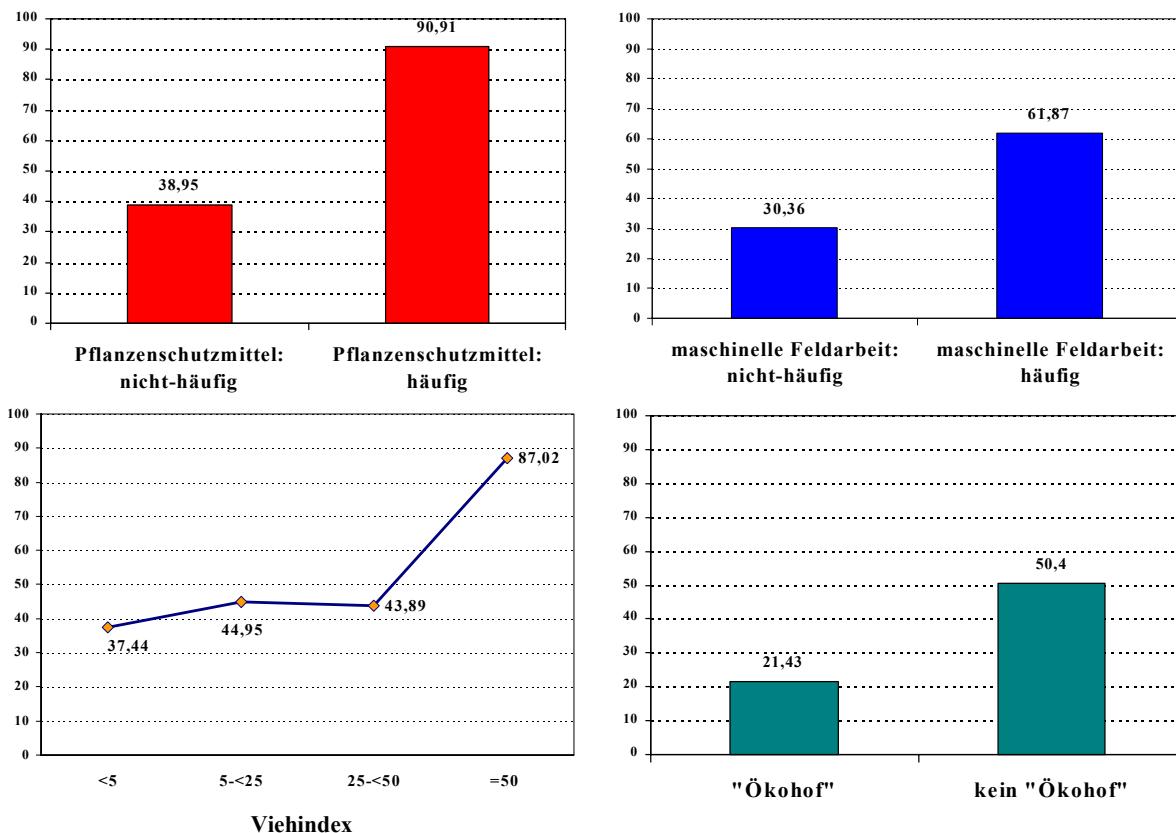


Abb. III-4.3.1.4: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche inhalative Belastung, n=153, Summenscore (max.100 P.)

- überdurchschnittliche Unfallgefahr (Grafik im Anhang, vgl. Abbildung A48):
Charakteristika des Modells: n=144; χ^2 (Modell)= 21,656; df=3; p<0,001
Als Prädiktoren resultierten:
- Geschlecht (Männer) (p<0,01)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (p<0,01)
- Einstellung: Angebundensein an Betrieb (p<0,05)
- überdurchschnittliche körperliche Belastung (Abb. III-4.3.1.5):
Charakteristika des Modells: n=137; χ^2 (Modell)= 25,145; df=2; p<0,001
Als Prädiktoren resultierten:
- Obstbau (p<0,01)
- Wöchentliche Arbeitszeit gruppiert (p<0,01)

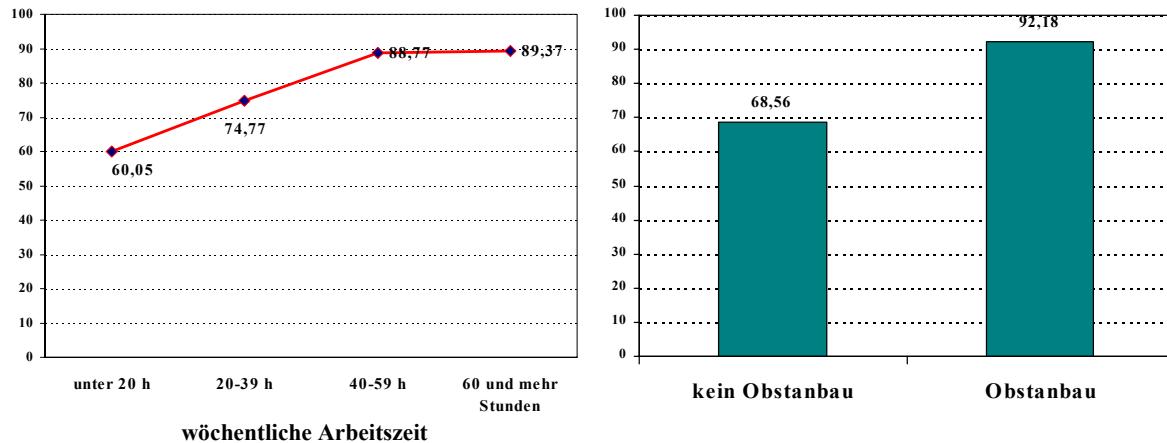


Abb. III-4.3.1.5: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche körperliche Belastung, n=153, Summenscore max. 100 Punkte

Eine überdurchschnittliche Gesamtbelastung (ermittelt als Summenscore) war signifikant wahrscheinlicher, wenn für die betroffenen Personen mindestens eine der folgenden Variablen galt (n=137; $\chi^2= 65,452$; $df=7$; $p<0,001$) (Abb. III-4.3.1.6):

- Stellung im Betrieb: Betriebspächter > Betriebseigner ($p<0,001$)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit ($p<0,001$)
- nicht-ökologisch bewirtschafteter Hof ($p<0,05$)
- häufige Ausführung maschineller Feldarbeit ($p<0,05$)

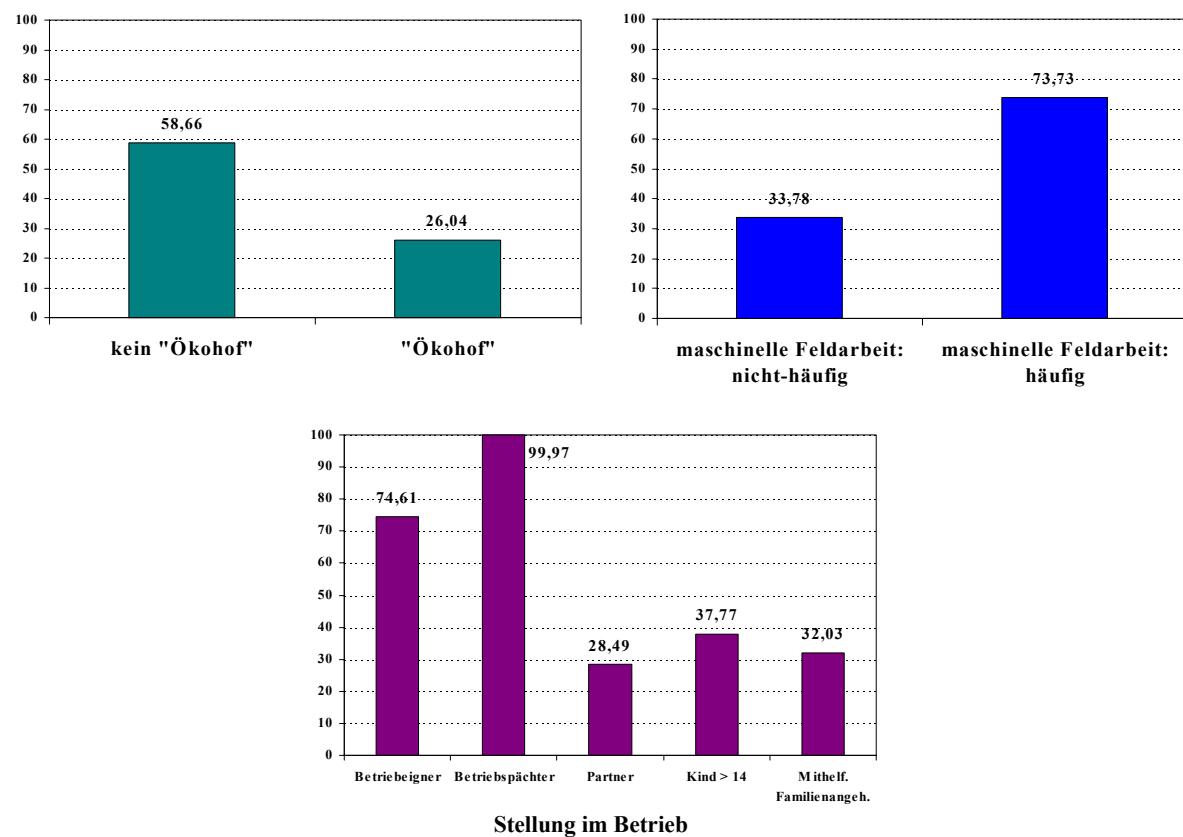


Abb. III-4.3.1.6: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Gesamtbelastung (Summenscore, max. 100 Punkte), n=156

III-4.3.2 Beschwerden

Von besonderem Interesse war die Analyse der Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit für eine überdurchschnittliche Beschwerdenstärke erhöhten. Die Grenze zwischen unter- und überdurchschnittlicher Beschwerden wurde jeweils beim Wert des Medians gezogen.

Im bivariaten Modell konnte eine Vielzahl von Faktoren differenziert werden, die einen signifikanten Einfluss (mindestens $p<0,05$) auf die überdurchschnittliche Ausprägung der Beschwerdenkomplexe hatten (Tabelle III-4.3.2.1).

Überdurchschnittliche Ausprägung von ...	Durch die Variable...
Beschwerden von Seiten der Haut	Hohe wöchentliche Arbeitszeit (> 40 h) Hofausrichtung: kein reiner Pflanzenbau-betrieb Geflügelhaltung Obstanbau Hohe maschinelle Ausstattung Einstellung: Niedriger sozialer Status, Stress
Beschwerden von Seiten der Atemwege	Hohe wöchentliche Arbeitszeit (>60 h) Maschinelle Ausstattung gering oder hoch Rinderhaltung Pferdehaltung Obstanbau Kein Weinanbau Häufige Tätigkeit im Kuhstall Häufiger Umgang mit Futtermitteln Häufig Reparaturen Größere landwirtschaftliche Nutzfläche Niedriger sozialer Status, Stress
Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Traktes	Betriebseigner Einstellung: Eigenständigkeit und Zusammengehörigkeit auf dem Hof
Muskuloskelettale Beschwerden (Schwerpunkt Wirbelsäule)	Altersgruppe 30-59 Jahre Betriebseigner Weinanbau Einstellung: Angebundensein an Betrieb
Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens	Mittlere Altersgruppen (40-59 Jahre) Partner(in) des Betriebseigners /-pächters Einstellung: Eigenständigkeit und Zusammengehörigkeit auf dem Hof
Gesamtindex: alle Beschwerdengruppen	Weibliches Geschlecht Mittlere Altersgruppen (40-59 Jahre) Partner(in) des Betriebseigners /-pächters Häufige Tätigkeit im Verkauf Häufige Tätigkeit im Haushalt / mit Kindern Einstellung: Eigenständigkeit und Zusammengehörigkeit auf dem Hof

Tabelle III-4.3.2.1: Prädiktoren für überdurchschnittliche Beschwerden (cutoff jeweils > Median), mindestens $p<0,05$

Bei der Untersuchung möglicher Prädiktoren im multivariaten Modell (logistische Regression) konnten aus dem Zusammenspiel der betrachteten Variablen einige Faktoren differenziert werden, die die Wahrscheinlichkeit für eine überdurchschnittliche Beschwerdenstärke in den einzelnen Gruppen oder für einen überdurchschnittlichen Gesamtindex über alle Beschwerden signifikant erhöhten. Die Einzelheiten zu den nachfolgend zusammengefassten Modellen sind im Anhang zusammengestellt (Zusammenfassung A52 bis A).

- überdurchschnittliche Beschwerden von seiten der Haut (Abb. III-4.3.2.1)

Charakteristika des Modells: n=156; $\text{Chi}^2= 18,567$; df=3; $p<0,001$

als Prädiktoren resultierten:

 - häufige manuelle Feldarbeit ($p<0,05$)
 - hohe wöchentliche Arbeitszeit ($p<0,01$)
 - Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress ($p<0,05$)

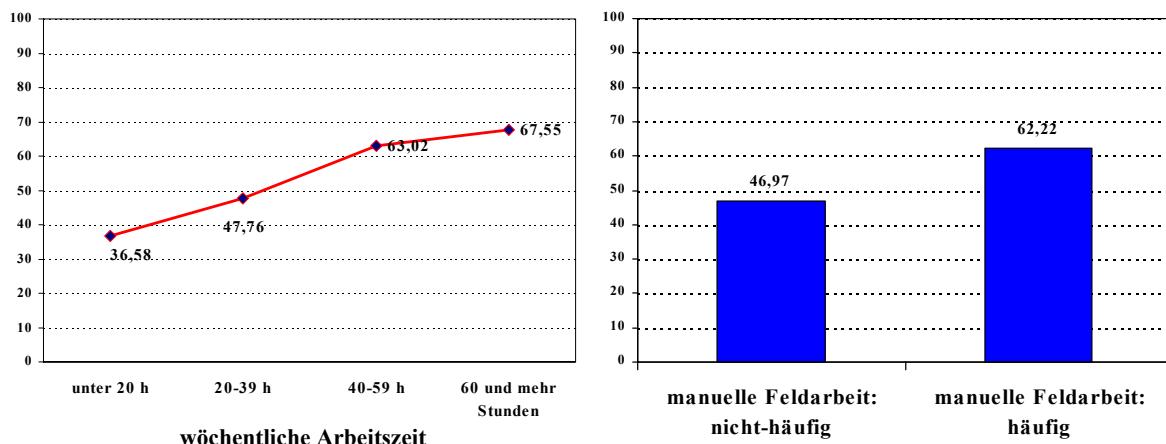


Abb. III-4.3.2.1: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für überdurchschnittliche Ausprägung von Beschwerden von Seiten der Haut, n=156, Summenscore max. 100 Punkte

- Beschwerden von Seiten der Atemwege

Bei der Beurteilung möglicher Prädiktoren für Atemwegsbeschwerden mittels logistischer Regression (auf Basis des Chi^2 -Wertes) war der Effekt des Rauchens knapp nicht signifikant ($p=0,085$). Mit einem ähnlichen Wert für die Irrtumswahrscheinlichkeit schied die Pferdehaltung aus dem Modell aus ($p=0,095$). Wurden sowohl das Rauchen als auch die Pferdehaltung in das Modell eingeschlossen, ergaben sich die im Anhang zusammengefassten Ergebnisse.

Unter Berücksichtigung des strengen Signifikanzniveaus ($p<0,05$) ließen sich lediglich die folgende Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Nennung von Beschwerden von Seiten der Atemwege differenzieren (Charakteristika des Modells: n=156; $\text{Chi}^2= 18,448$; df=2; $p<0,001$):

- Obstbau ($p<0,01$)
- Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress ($p<0,01$)

Unter Einschluss der Faktoren "Rauchen" und "Pferdehaltung" konnte der Einfluss der differenzierten Prädiktoren auf der Basis von n=153 Personen geschätzt werden (Abb. III-4.3.2.2).

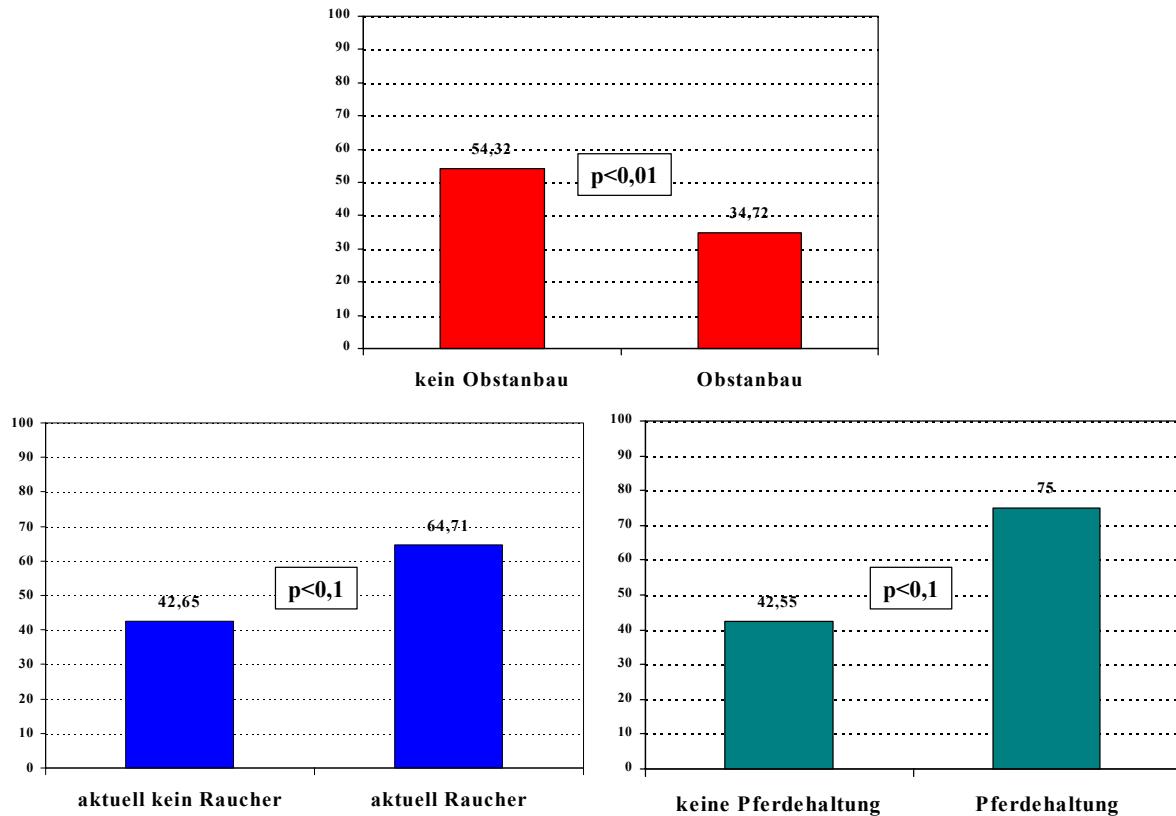


Abb. III-4.3.2.2: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für überdurchschnittliche Ausprägung von Beschwerden von Seiten der Atemwege, n=153, Summenscore max. 100 Punkte

- Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Traktes
Als einziger Prädiktor resultierte die Stellung im Betrieb (Charakteristika des Modells: n=170; $\text{Chi}^2= 14,857$; $df=4$; $p<0,01$), wobei sich in der Schätzung die höchsten Werte für die Betriebseigner ergaben (Grafik im Anhang, Abbildung A57).
- Muskuloskelettale Beschwerden (Schwerpunkt Wirbelsäule) (Abb. III-4.3.2.3)
Charakteristika des Modells: n=156; $\text{Chi}^2=39,352$; $df=9$; $p<0,01$
Als Prädiktoren resultierten:
 - Altersgruppe ($p<0,05$)
 - Pferdehaltung ($p<0,05$)
 - Weinbau ($p<0,01$)
 - Einstellung: Angebundensein an Betrieb ($p=0,052$)

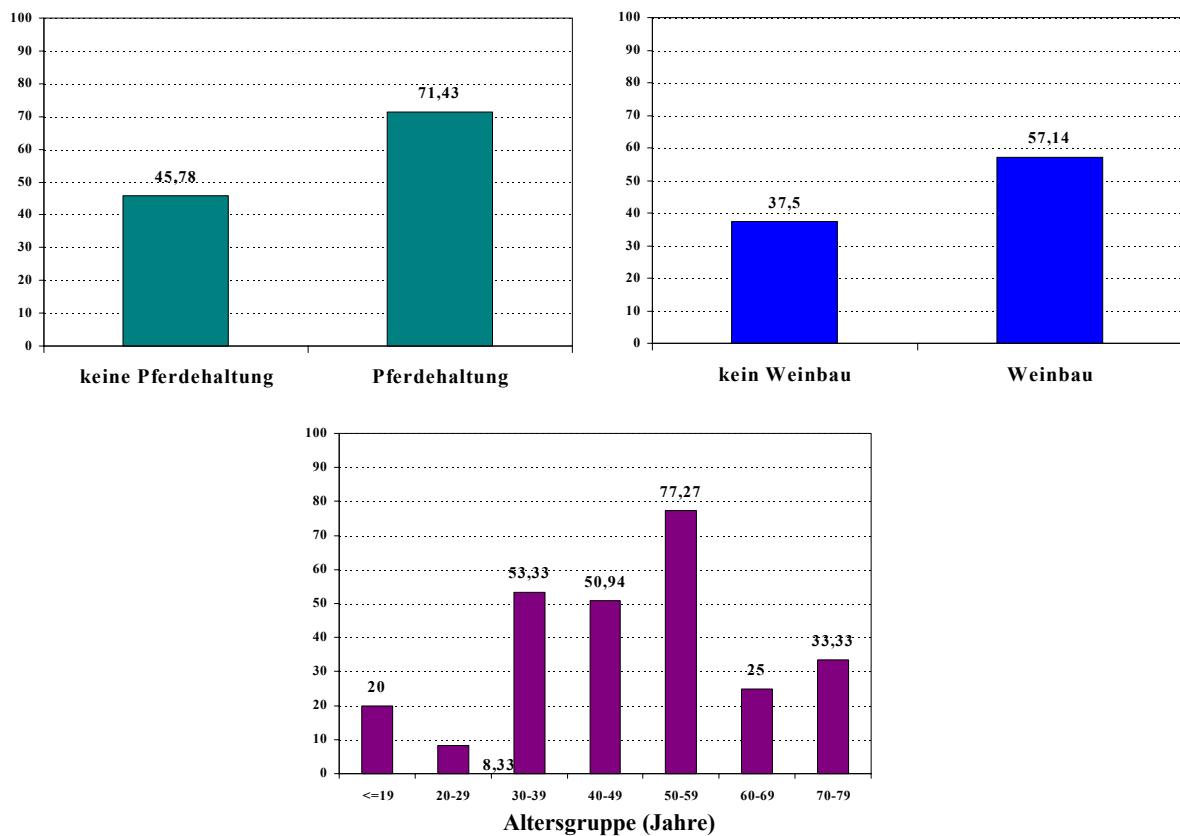


Abb. III-4.3.2.3: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Ausprägung von muskuloskeletalen Beschwerden, n=156, Summenscore max. 100 Punkte

- Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens (Grafik im Anhang)
Charakteristika des Modells: n=166; $\text{Chi}^2=40,958$; df=8; $p<0,001$
Als Prädiktoren resultierten:
 - Altersgruppe ($p<0,01$)
 - Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ($p<0,05$)
 - Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit ($p<0,01$)
- Überdurchschnittlich hohe Werte im Gesamtindex über alle Beschwerdengruppen (Abb. III-4.3.2.4)
Charakteristika des Modells: n=166, $\text{Chi}^2=39,841$; df=8; $p<0,001$
Als Prädiktoren resultierten:
 - Geschlecht ($p<0,01$)
 - Altersgruppe ($p<0,05$)
 - Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit ($p<0,01$)

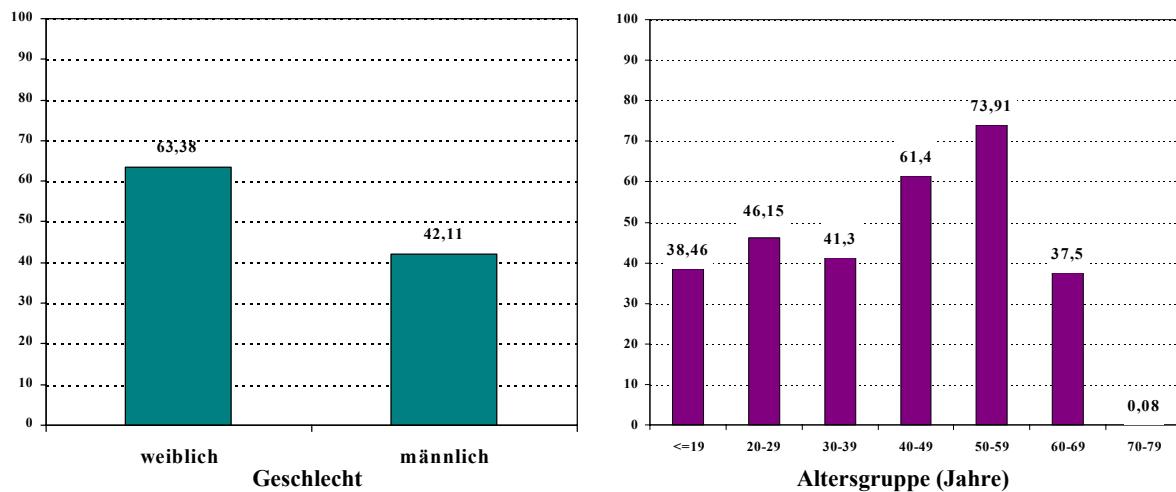


Abb. III-4.3.2.4: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren "Geschlecht" und "Alter" auf einen überdurchschnittlichen Gesamtindex über alle Beschwerdengruppen, n=166, Summenscore max. 100 Punkte

III-4.3.3 Persönliche Einstellungen

Wie gezeigt, wurde in vielen multivariaten Modellen zur Analyse der Belastungs- und Beschwerdenparameter ein Aussagenkomplex („semantisches Bündel“) zur (Arbeits-) Zufriedenheit und persönlichen Einstellung eingeschlossen.

Die Nennung eher negativ geprägter Einstellungen bei Angabe zunehmender Belastungen oder Beschwerden überraschte nur wenig überraschte. Es fiel jedoch auf, dass das Gefühl der Eigenständigkeit und Zusammengehörigkeit auf dem Hof als positive Einstellung auch bei den Studienteilnehmer bestimmt war, die vergleichsweise hohe Belastungen und Beschwerden nannten (Tabelle III-4.3.3.1, vgl. auch Abbildung A51, A61 und A63 im Anhang).

Aussagenkomplex		Belastung	Beanspruchung
-	Gefühl des Angebundenseins im Betrieb	Belastung durch Unfallgefahr	Muskuloskelettale Beschwerden
-	Gefühl des geringen gesellschaftlichen Ansehens und Stress		Beschwerden der Haut Beschwerden der Atemwege
+	Gefühl der Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit	physikalische / klimatische Belastungsfaktoren inhalative Belastung psychische Belastungsfaktoren Belastung durch Unfallgefahr Gesamtbelastung	Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens Gesamtindex über alle Beschwerdengruppen

Tabelle III-4.3.3.1: Aussagenkomplexe zur persönlichen Einstellung, die in die multivariaten Modelle zur Differenzierung von Prädiktoren für Belastungen bzw. Beschwerden eingeschlossen wurden

Die subjektiv empfundenen Belastungen und Beanspruchungen scheinen folglich bei einigen Personen mit einer eher negativen persönlichen Einstellung einher zu gehen. Für viele Befragte jedoch stehen – trotz zum Teil vielfältiger Belastungen und überdurchschnittlich starker Beschwerden – positive Einstellungen im Vordergrund, die

sich unter den Begriffen "Eigenständigkeit und Zusammengehörigkeit auf dem Hof" zusammenfassen lassen.

Belastungen in der Landwirtschaft können zu Stress führen. Beispielhaft seien die Ergebnisse einer englischen Untersuchung genannt, in der die folgenden Hauptfaktoren differenziert wurden:

- Büroarbeiten
- finanzielle Situation
- Isolation
- unkontrollierbare Naturgewalten
- Unfallgefahr und Zeitdruck

Frauen gaben in dieser Untersuchung deutlich mehr Stress als Männer an, nicht zuletzt aufgrund der Mehrfachbelastung aus Haushalt, Kindererziehung und Arbeit im Betrieb. Während der reine Anbau von Getreide mit dem geringsten Stress einher ging, wurden die höchsten Werte für die gemischte oder reine Milchwirtschaft ermittelt. Ein Grund hierfür mag das Angebundensein auf dem Betrieb sein. Die Belastung durch finanzielle Fragen wurde in der Rindermast deutlich höher angegeben als von Landwirten mit Milchviehhaltung oder Getreideproduktion. Allgemein gaben die Befragten mit zunehmendem Alter weniger Stress an, die notwendigen Büroarbeiten stellten allerdings auch bei älteren Landwirten eine deutliche Belastung dar.³¹⁹

III-4.4. Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Befragung zu Belastungen und Beanspruchungen in der Landwirtschaft

Die vorliegende Befragung von Beschäftigten in der Landwirtschaft diente der Erfassung von subjektiv wahrgenommenen Belastungen und Beanspruchungen und ihrer Zuordnung zu Hofcharakteristika und zu den individuell ausgeübten Tätigkeiten. Die Rücklaufquote des sehr umfangreichen Fragebogens betrug 29,4% (93 von 316 Höfen) und war damit zu gering, um gesicherte Rückschlüsse ziehen zu können. Zudem war das Kollektiv der über diese Höfe erfassten Personen (n=170) zu klein für eine differenzierte Analyse der Bedeutung der vielfältigen landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen. Unter dem Aspekt der hier im Vordergrund stehenden biologischen Belastungen gilt dies insbesondere für die Untersuchung des Einflusses verschiedener Formen der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung auf die Stärke der wahrgenommenen inhalativen Belastungen oder der Beschwerden von Seiten der Atemwege. Während entsprechend differenzierende Betrachtungen in Untersuchungen z.B. ausschließlich an Schweine- oder Rinderhaltern in dieser Hinsicht aufschlussreichere Ergebnisse liefern konnten (vgl. Tabelle I-3.3.4.1), gelang es in der vorliegenden Untersuchung, die Verhältnisse der kleinen bis mittelgroßen bäuerlichen Betriebe im Südschwarzwald abzubilden - mit der für die Region typischen Mischbelastung.

Deutlich wurde bei der Auswertung der Fragebogendaten, dass die Analyse der subjektiven Angaben der Beschäftigten eine Möglichkeit darstellt, die Wahrnehmung einzelner Belastungen und Beanspruchungen zu erfassen. Zugleich war jedoch zu beobachten, dass die Erfassung gerade der subjektiven Wahrnehmung zu Verzerrungen führt im Vergleich zur Abbildung von Belastungen und Beanspruchungen durch beispielsweise teilnehmende Beobachtung, medizinische Untersuchung oder Messung. Letztere Methoden wurden, wie berichtet, im Hinblick auf die Erfassung zeckenbedingter Infektionsrisiken oder der Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe angewandt.

Eine Besonderheit des vorliegend untersuchten Kollektives zeigte sich in der Auswertung der Angaben in der Beschwerdenliste nach v. Zerssen: Im Vergleich zum Normkollektiv des Instrumentes gaben die Beschäftigten in der Landwirtschaft allgemein weniger Beschwerden an, waren somit weniger klagsam. Die Tatsache, dass die in dieser Liste erfragten „Kreuz-/Rückenschmerzen“ und „Nacken-/Schulterschmerzen“ im Verhältnis besonders häufig angegeben wurden, deckt sich mit der als überdurchschnittlich stark angegebenen körperlichen Belastung (ungünstige Körperhaltung und körperliche Anstrengung) und der von der Mehrzahl der Probanden angegebenen muskuloskelettalen Beschwerden. Im Vergleich hierzu schienen die Atemwegsbeschwerden für die Studienteilnehmer von geringerer Bedeutung zu sein. Die inhalativen Belastungen (Staub, Geruch, Schmutz) wurden allerdings beim Vergleich der Summenscores der einzelnen Belastungskategorien (physikalische – chemische – psychische – inhalative – körperliche Belastung - Unfallgefahr) an zweiter Stelle nach der körperlichen Belastung genannt, gefolgt von den physikalischen Belastungen und der Unfallgefahr.

Die Variable „inhalative Belastung“ bildete in der vorliegenden Befragung die Belastung durch biologische Arbeitsstoffe ab. Allerdings ergaben die bi- und multivariate Analyse möglicher Prädiktoren, dass von den Befragten in dieser Kategorie z.B. auch die mit Geruchsbelastung einhergehende Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder die Feldarbeit (Staub) angegeben wurden.

III-4.4.1. Wahrnehmung der Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe

In der Analyse möglicher Prädiktoren für den Kontakt mit luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen, erfasst durch die Variable „inhalative Belastung“, wurde deutlich, dass die Landwirte bei häufiger Tätigkeit im Schweinestall eine stärkere Belastung empfanden als im Kuhstall. Für die Arbeit mit beiden Tierarten ergab sich eine deutliche Zunahme der angegebenen Belastung in Abhängigkeit von der Häufigkeit der entsprechenden Tätigkeit. Ein relevanter Faktor für eine stärker empfundene Exposition stellte auch die Zahl der Tiere auf dem Hof dar.

Aufgrund des hohen Anteils der physikalisch/klimatischen und körperlichen Belastungsfaktoren an der Gesamtbelastung (vgl. Abb. III-4.1.7, S.158) ist es verständlich, dass einige Prädiktoren für eine überdurchschnittliche inhalative Belastung im Hinblick auf die Gesamtbelastung ihre Bedeutung verlieren. Sowohl die Tätigkeit auf einem nicht ökologisch bewirtschafteten Hof wie auch die häufige Ausübung maschinereller Feldarbeit scheinen jedoch neben der inhalativen Belastung auch die Gesamtbelastung signifikant zu erhöhen. Der vergleichsweise geringe Anteil der subjektiv wahrgenommenen inhalativen Belastung an der im Summenscore angegebenen Gesamtbelastung ist möglicherweise ein Grund für den nur seltenen Gebrauch von Staubmasken. Diese wurden nur auf 31% der untersuchten Betriebe oft oder manchmal eingesetzt, wohingegen der regelmäßige Gebrauch von Gehörschutz für 67% der Höfe angegeben wurde. Schutzkleidung, die in der Regel noch häufiger Verwendung fand, waren Schutzhandschuhe (81%), Kopfbedeckung (77%) und Sicherheitsschuhe (74%).

Ein weiterer Grund für den vergleichsweise seltenen Gebrauch von Staubmasken mag in der verhältnismäßig geringen Bedeutung der Atemwegsbeschwerden unter den angegebenen Beanspruchungsreaktionen zu finden sein (vgl. Abb. III-4.1.8, S. 159).

III-4.4.2. Wahrnehmung von Beanspruchungsreaktionen auf die Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffe

Wie geschildert, wurden von mehr als der Hälfte der Befragten keine Beschwerden von Seiten der Atemwege in Zusammenhang mit einzelnen Tätigkeiten angegeben. Von einem Summenscore von 100 Punkten ausgehend lag die mittlere Beschwerdestärke bei 0 (Median) bzw. 8,8 (Mittelwert) Punkten. In der Wahrnehmung der einzelnen Beschwerdenkategorien überwogen dagegen die muskuloskelettalen Beschwerden bei weitem (Median: 22,22; Mittelwert: 29,61). Im Hinblick auf die einzelnen Höfe fiel vor diesem Hintergrund auf, dass mit den Atemwegen zusammenhängende Erkrankungen (Allergien, Asthma/Neurodermitis) nahezu genauso häufig angegeben wurden wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Leider wurde es bei der Fragebogen-Erstellung versäumt, die muskuloskelettalen Erkrankungen auf Hofebene zu erfassen, so dass hierzu keine Angaben vorliegen.

Prädiktoren für eine stärkere Ausprägung der Atemwegsbeschwerden, die unter den erfragten Symptomenkomplexen am ehesten die Beanspruchungsreaktionen aufgrund biologischer Belastungen wiederspiegeln, wurden in der bi- und multivariaten Analyse differenziert. Generell konnten allerdings die multivariaten Modelle zur Erklärung der überdurchschnittlichen Angabe von Beschwerden mittels logistischer Regression nicht sehr gut gestaltet werden. Für die Approximation der Varianzaufklärung konnte oft nur ein Wert kleiner als 20% erreicht werden. Größere Werte (knapp 30%) ergaben sich nur in den Modellen zur Aufdeckung möglicher Prädiktoren für über-

durchschnittliche muskuloskelettale Beschwerden, für eine überdurchschnittliche Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens und einen überdurchschnittlichen Wert im Gesamtindex über alle Beschwerdengruppen (vgl. die Werte für Nagelkerkes R^2 im Anhang, Zusammenfassung A58, A60, A62).

In der bivariaten Analyse möglicher Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Ausprägung von Atemwegsbeschwerden wurde die Bedeutung der Tierhaltung und des Umgangs mit Futtermitteln einerseits und des Obstbaus andererseits deutlich. Weiterhin spielten allgemeine Hofcharakteristika eine Rolle, die mit einer hohen Arbeitsbelastung einher gehen können („geringe oder hohe maschinelle Ausstattung des Hofes“ und die damit verbundene „häufige Ausführung von Reparaturen“, „hohe Wochenarbeitszeit“, große Betriebsfläche). Knapp nicht signifikant war der Zusammenhang mit der als Viehindex ausgedrückten Zahl der Tiere auf dem Hof ($p=0,066$) bzw. dem fehlenden Getreideanbau ($p=0,065$).

Der sich im multivariaten Modell abzeichnende (knapp nicht signifikante) Einfluss der Pferdehaltung auf Atemwegs- (und muskuloskelettalen) Beschwerden ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass Landwirte vermehrt dann den Betrieb oder Teile des Betriebs Freizeitreitern zur Verfügung stellen, wenn sie selbst die landwirtschaftliche Tätigkeit nicht mehr in vollem Umfang ausüben können. Da die Pferdebesitzer in Pensionsställen in der Regel den Großteil der anfallenden Arbeiten selbst ausführen (Füttern, Misten, Einstreuen), können die Betriebseigner so den Hof auch bei krankheitsbedingten Einschränkungen als landwirtschaftlichen Betrieb weiter führen, ohne selbst noch landwirtschaftliche Tätigkeiten auszuführen. Der scheinbare protektive Effekt des Obstbaus hinsichtlich Atemwegsbeschwerden erklärt sich am ehesten dadurch, dass die Personen, die auf Höfen mit Obstbau tätig waren, signifikant weniger häufig im Kuhstall (15% vs. 44%, $p<0,001$) und weniger häufig mit Futtermitteln (12% vs. 24 %, $p<0,05$) arbeiteten.

Insgesamt dominierten unter den Prädiktoren für die einzelnen Beschwerden oder den entsprechenden Gesamtindex allgemeine Indikatoren für eine hohe berufliche Gesamtbelastung wie z.B. Lebensalter und Wochenarbeitszeit. Eine Differenzierung spezifischer Risikofaktoren für die überdurchschnittliche Ausprägung bestimmter Beschwerdengruppen gelang auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht befriedigend. Dies mag auch daran liegen, dass die Befragten – wie oben im Vergleich zum Normkollektiv der Beschwerdenliste nach v. Zerssen dargestellt – generell nur wenige Beschwerden angaben – mit Ausnahme des muskuloskelettalen Systems. Für dieses wurde der Weinbau als bedeutender Prädiktor differenziert, was vor dem Hintergrund verständlich ist, dass die Untersuchung in Südbaden durchgeführt wurde, wo viele Winzer kleine Rebflächen in z.T. steilen Lagen bewirtschaften. Hier sind ein hoher Anteil an Handarbeit und häufiges Heben und Tragen charakteristisch für die Tätigkeit.

Die vorliegenden Ergebnisse der Befragung von Landwirten machten anschaulich, dass unter den Produktionsbedingungen auf kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betrieben von den Beschäftigten vor allem die körperlichen Belastungen und entsprechende muskuloskelettale Beschwerden wahrgenommen bzw. angegeben wurden. Selbst wenn teilweise starke Belastungen durch Staub zum Beispiel in der Nutztierhaltung angegeben wurden, führte dies in der Regel nicht dazu, dass Staubmasken häufig verwendet wurden.

Vor dem Hintergrund der ab Januar 2002 anstehenden Umsetzung der arbeitsmedizinischen und sicherheitstechnischen Betreuung auch der Kleinbetriebe im Bereich

der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften wird der große Bedarf an Beratung und Unterweisung im Hinblick auf die multiplen arbeitsbedingten Gefährdungen in der Landwirtschaft deutlich. Zum einen sollten Konzepte erarbeitet werden zur Reduktion der von den Beschäftigten angegebenen starken körperlichen Belastungen und den hierdurch ausgelösten muskuloskelettalen Beschwerden. Zum anderen müssen die in der Landwirtschaft tätigen Personen vermehrt über Risiken aufgeklärt werden, die ihnen nicht oder nicht umfassend bekannt sind. Dies gilt insbesondere für die Prävention von Erkrankungen durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe, da der tagtägliche, die landwirtschaftliche Tätigkeit bestimmende Umgang mit Tieren, Pflanzen, Futtermitteln und Einstreu in der Regel nicht als potenziell zu Erkrankungen führend wahrgenommen wird.

Kapitel IV - Schlussfolgerungen

Vor dem Hintergrund der Umsetzung der BioStoffV widmet sich die vorliegende Arbeit in der Betrachtung der Belastungen der landwirtschaftlich Beschäftigten einem Sektor, der durch den unmittelbaren Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen charakterisiert ist. Sowohl im Bereich der Pflanzenproduktion als auch in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung sind arbeitsbedingte Infektionskrankheiten sowie toxische und allergische Wirkungen durch den Kontakt mit Mikroorganismen und deren Stoffwechselprodukten möglich.

Generell ist im Hinblick auf die beiden großen Bereiche der landwirtschaftlichen Produktion zu beachten, dass das Spektrum - nicht jedoch in jedem Fall das Ausmaß der Belastung - luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe ähnlich ist, wohingegen sich die in der Nutztierhaltung vorkommenden Infektionserreger teilweise deutlich von denen in der Pflanzenproduktion unterscheiden. Während der Umgang mit Tieren und ihren Exkrementen für einen Großteil der in der Nutztierhaltung möglichen menschlichen Infektionskrankheiten verantwortlich ist, überwiegt bei der Arbeit im Bereich des Pflanzenbaus die Gefährdung durch vektorgebundene Infektionserreger. Zusätzliche Infektionsrisiken liegen außerhalb der Nutztierhaltung dann vor, wenn z.B. Gülle oder Mist als Dünger auf die Felder ausgebracht und damit Kontakt zu Zoonoseerregern möglich wird. Weiterhin können von Mensch zu Mensch übertragbare Mikroorganismen in der Landwirtschaft von Bedeutung sein, wenn z. B. Klärschlamm als Dünger oder Lebensmittelabfälle aus Gemeinschaftseinrichtungen als Substrat in Biogasanlagen verwendet werden (Tabelle IV-1).

Entsprechend der Nomenklatur der BioStoffV ist die überwiegende Mehrzahl der Expositionsmöglichkeiten in der Landwirtschaft dem Bereich der nicht gezielten Tätigkeiten zuzuordnen. Im Bereich der integrierten oder biologischen Schädlingsbekämpfung kommen jedoch zunehmend Mikroorganismen oder ihre Stoffwechselprodukte zum Einsatz. In diesen Fällen, die derzeit vor allem die Wald- und Forstwirtschaft betreffen, kann eine gezielte Tätigkeit der Beschäftigten mit biologischen Arbeitsstoffen vorliegen. Beispielhaft sei der Umgang mit *Bacillus thuringiensis* (Bt) genannt, das zur biologischen Bekämpfung von Raupenstadien von Schmetterlingen und Motten eingesetzt wird. Bt-haltige Mittel wirken als Fraßgift, das das Verdauungssystem von jungen Schmetterlingsraupen lähmt. Kontaminierte Raupen beenden die Nahrungsaufnahme nach wenigen Stunden und verhungern innerhalb einiger Tage. Aufgrund der (je nach Empfindlichkeit der bekämpften Art, der Dosierung und den Witterungsbedingungen) eingeschränkten Wirksamkeit von Bt sowie des schnellen Abbaus (v.a. durch Sonnenlicht innerhalb von Tagen bis Wochen), müssen Präparate auf der Basis von Bt meist zweimal ausgebracht werden, was die Expositionsmöglichkeiten für die betroffenen Beschäftigten erhöht. Die Anwendung von *Bacillus thuringiensis* erfolgt über die Ausbringung der kristallinen Form des toxischen Proteins und/oder der Sporen des Bakteriums.

Bei Bt-haltigen Produkten konnten Tierexperimente keine Hinweise auf akute Toxizität bei Säugetieren erbringen. Zusätzlich hält die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in ihrem Bericht 1993 fest, dass das Bakterium bei keiner Form der Verabreichung klinische Symptome verursache und als Wirkstoff nicht haut- oder augenreizend und nicht sensibilisierend sei³²⁰. Ebenfalls ergaben sich bei exponierten Arbeitern in Herstellungsbetrieben wie auch bei Personen, die freiwillig Sporen des Bakteriums aufnahmen, keine Hinweise auf Schädigungen³²¹. Entsprechend wurde *Bacillus thuringiensis* in die Risikogruppe 1 eingeordnet. Allerdings ist in seltenen Einzelfällen die Beteiligung des Erregers an menschlichen Erkrankungen nachgewiesen worden.^{322 323 324}

	Nutztierhaltung	Pflanzenproduktion	
		Ohne Gülle, Klärschlamm etc.	Mit Gülle, Klärschlamm etc.
I N F E K T I O N S G E F A H R	Brucellose		Brucellose
	BSE		???
	Campylobacter-Infektionen		Campylobacter-Infektionen
	Chlamydien-Infektion		
	Echinokokkose (Fuchs-/Hundebandwurm)	Echinokokkose (Fuchs-/Hundebandwurm)	Echinokokkose (Fuchs-/Hundebandwurm)
	EHEC		EHEC
	Erysipeloid (Rotlauf)		Erysipeloid (Rotlauf)
	FSME	FSME	FSME
	Kryptokokkose		
	Kryptosporidiose		
	Leptospirose	Leptospirose	Leptospirose
	Lyme-Borreliose	Lyme-Borreliose	Lyme-Borreliose
	Maul- und Klauenseuche		
	Microsporie		
	Milzbrand (Anthrax)		
	Mykoplasmen-Infektionen		
	Newcastle-Disease		
	Poxvirus-Infektionen		
	Q-Fieber		Q-Fieber
	Räude (Milben)		
	Rotavirusinfektionen		Rotavirusinfektionen
	Rotz		
	Salmonellen-Infektionen		Salmonellen-Infektionen
	Streptokokken-Infektionen		Streptokokken-Infektionen
	Tetanus	Tetanus	Tetanus
	Toxoplasmose		
	Trichophytie (Rinderflechte)		
	Tuberkulose		
	Virusbedingtes hämorrhagisches Fieber (Hanta)	Virusbedingtes hämorrhagisches Fieber (Hantavirus)	Virusbedingtes hämorrhagisches Fieber (Hantavirus) Hepatitis A Poliomyelitis
Allergisierende / toxische Wirkung			
	Luftgetragene Bakterien, Schimmelpilze, Endotoxine, Mykotoxine, Glukane, MVOC Thermophile Actinomyceten, Aspergillus-Species		

Tabelle IV-1: Belastung durch biologische Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft: Nutztierhaltung und Pflanzenproduktion

Für die Mehrzahl der (nicht gezielten) landwirtschaftlichen Tätigkeiten sind Informationen hinsichtlich einer möglichen Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen notwendig, auf deren Grundlage notwendige Schutzmaßnahmen abgeleitet werden können. Zusätzlich ist die Erfassung der spezifischen Infektions- oder Erkrankungsrisiken in der Landwirtschaft eine Grundlage für die Anerkennung beobachteter Krankheitssymptome im Rahmen des Berufskrankheitenverfahrens. Zu beachten ist, dass die Durchführung präventive Maßnahmen entsprechend der BioStoffV schon bei der Möglichkeit einer Exposition erforderlich ist, wohingegen bei der Beurteilung ursächlicher Zusammenhänge im Rahmen des Berufskrankheitenverfahrens der Wahrscheinlichkeitsbeweis gefordert wird.

IV-1. Infektionsgefährdung

Die Erfassung spezifischer Infektionsrisiken in der Landwirtschaft ist dann verhältnismäßig gut möglich, wenn Krankheitserreger ausschließlich im Umgang mit den Tieren übertragen werden, d.h. für die Allgemeinbevölkerung keine vektor- oder nahrungsmittelgebundene Übertragung anzunehmen ist. Als Beispiel seien die Maul- und Klauenseuche oder das Ecthyma contagiosum (Orf) genannt, zwei Erkrankungen, die beim Menschen in der Regel nur nach Kontakt mit infizierten Tieren auftreten. Anders stellt sich die Situation für Infektionsgefahren durch Krankheitserreger dar, die auch außerhalb der Landwirtschaft häufig vorkommen. Hier ist das berufsspezifische Infektions- und Erkrankungsrisiko fast ausschließlich über epidemiologische Studien zu quantifizieren. Dies liegt vor allem daran, dass zum einen nicht alle vom Tier auf den Menschen übertragbaren Erkrankungen meldepflichtig sind, zum anderen jedoch die zugänglichen Melddaten nicht ausreichen, um geographische bzw. berufs- und tätigkeitsbezogene Infektions- und Erkrankungsrisiken zu beschreiben. Aufgrund der mit dem Infektionsschutzgesetz zum 1. Januar 2001 in Kraft getretenen Änderungen hinsichtlich des Umfangs der Angaben im Fall meldepflichtiger Krankheiten (§ 6 IfSG) bzw. meldepflichtiger Nachweise von Krankheitserregern (§ 7 IfSG) müssen die entsprechenden Meldungen nun jedoch die "wahrscheinliche Infektionsquelle" (§ 9 IfSG) bzw. den "Infektionsweg" und das "Infektionsrisiko" (§10 IfSG) mit einschließen. Angaben zum Beruf des Erkrankten werden im landwirtschaftlichen Bereich, so ist zu vermuten, nicht gemacht werden – möglicherweise mit Ausnahme der Fälle, in denen die Haltung von Milchvieh und die Produktion von Milch als Tätigkeit gemäß §42(2) IfSG erkannt wird. In diesen Fällen müsste die landwirtschaftliche Tätigkeit von Beschäftigten, die an akuter Gastroenteritis, akuter Virushepatitis, Typhus abdominalis / Paratyphus oder Cholera erkrankt sind, in die Meldung mit eingeschlossen werden (§9(1) IfSG). Ob die Erweiterung des Inhalts der Meldepflicht nach IfSG dazu führen wird, dass in Zukunft in Deutschland mehr Angaben zu Infektionsrisiken für Beschäftigte in der Landwirtschaft vorliegen werden, muss abgewartet werden.

Der Stellenwert der Exposition gegenüber fäkal-oral übertragenen Krankheitserregern für Beschäftigte in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung wird möglicherweise im Rahmen einer wissenschaftlichen Untersuchung erhellt werden, die kürzlich vom Robert Koch-Institut initiiert wurde. Es handelt sich um eine Fall-Kontroll-Studie zur Erfassung der Risikofaktoren für sporadische EHEC-bedingte Erkrankungen³²⁵. Als Hypothese ist zu formulieren, dass die epidemiologische Bedeutung des für die Landwirtschaft bedeutsamen direkten Tierkontaktes in einer derartigen Erfassung sporadischer Erkrankungsfälle eher beschrieben werden kann als bei Ausbruchsuntersuchungen, da letztere vermutlich von Lebensmittel-induzierten Übertragungen dominiert werden.

Vor dem Hintergrund, dass landwirtschaftliche Nutztiere z.T. sehr häufig (in der Regel jedoch inapparent) mit fäkal-oral übertragbaren Krankheitserregern infiziert sind (Tabelle IV-1.1), und die Enteritis infectiosa die häufigste gemeldete Zoonose darstellt, ist die Aufklärung entsprechender berufsbedingter Erkrankungen nicht zuletzt für die gutachterliche Beurteilung im Rahmen der BK 3102 "Vom Tier auf den Menschen übertragbare Erkrankungen" von außerordentlicher Bedeutung. Zu bedenken ist hierbei, dass mit einer gastrointestinalen Infektion oder Erkrankung immer auch Folgeerkrankungen verbunden sein können, wie z.B. eine septikämische Streuung, das HUS und die TTP bei EHEC-Infektionen oder die reaktive Arthritis und das Reiter-Syndrom bei Campylobacter-, Yersinia- und Salmonella-Infektionen.

	Hühner	Rinder	Pferde	Schweine
Salmonella	Legehuhnbestände: Eintagsküken: 0,68-1,33% Aufzucht: 0,04-0,45% Legephase: 0,77-1,8% Masthähnchen: Eintagsküken: 4,91-7,46% Mastperiode: 7,22-8,11%	v.a. Anlassproben Rinder ges.: 2,46-9,83% Kälber: 3,14-9,4% Milchrinder: 2,43-16,44%	1,37-5,61%	Planproben (kulturell): 2,86-7,0% Anlassproben: Zuchtschweine: 1,76-3,33% Mastschweine: 3,75-4,38%
Campylobacter C. jejuni C. coli C. sonstige	Hühner: 4,32-29,51% Masthähnchen: 11,11%	Rinder ges.: 6,98-7,99% Kälber: 13,28% Milchrinder: 0%	0%	3,01-16,95%
EHEC	0,0%	Rinder ges.: 22,34% Kälber: 5,7% Milchrinder: 20%	6 Untersuchungen, davon 3 positiv	1,09%
Yersinia enterocolitica Serotypen beim Menschen (1999): O:3 (44/83), O:9 (34/83), O:5,27 (5/83)	0,14%	Rinder ges.: 10,08% Serotypen: O:3 (40/667), O:9 (248/667) Kälber: 0% Milchrinder: 25,29% Serotypen: O:3 (17/284), O:9 (124/284)	0,88% Serotypen: O:9 (1/3)	2,94% Serotypen: O:3 (9/212), O:9 (13/212)
Chlamydia	20,44% Chl.psittaci: 1,09%	Rinder ges.: 15,01% Chl.psittaci: 0,39% Kälber: 54,95%		
Cryptosporidium parvum		Kälber: 20 bis 30 % (klinisch apparent)		
Coxiella burnetii	-----	Rinder ges.: 9,29% Kälber: 0,9% Milchrinder: 5,92%	0% <u>Schafe</u> : 13,61% <u>Ziegen</u> : 6,34%	0,49%
Toxoplasma	0,9%	4,47%	<u>Schafe</u> : 25,59% <u>Ziegen</u> : 7,69%	

Tabelle IV-1.1: Infektion (in der Regel inapparent) von Nutztieren mit durch Schmierinfektion übertragbaren humanpathogenen Krankheitserregern, nach^{326 327}

Am Beispiel der zeckenbedingten Erkrankungen konnte in der vorliegenden Arbeit verdeutlicht werden, dass unbeschadet der Tatsache, dass in der Allgemeinbevölkerung über 90% der diagnostizierten Borreliose- oder FSME-Erkrankungen in der Freizeit erworben werden,^{124 126} sich ein signifikant erhöhtes Infektions- bzw. Erkrankungsrisiko für beruflich exponierte Personen in der Land- und Forstwirtschaft beschreiben lässt. Dieses Risiko wird auch durch die zusätzliche Ausübung der Freizeitaktivitäten nicht stark beeinflusst, denen – wie die Untersuchung von nicht beruflich exponierten Personen zeigte - eine große Bedeutung hinsichtlich des FSMEV-Infektionsrisikos zukommt (z.B. Jagen, Beeren/Pilze Sammeln, Wandern). In der Fülle der Untersuchungen konnte für die zeckenbedingten Erkrankungen heraus gearbeitet werden, dass der Effekt der beruflichen Exposition gegenüber Zecken und damit das berufliche Infektionsrisiko stets stärker ist als ein zusätzlicher Effekt durch die Ausübung bestimmter Freizeitgewohnheiten. Deutlich wurde aber im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen auch, welche Bedeutung dem Studiendesign und den verwendeten serologischen Testmethoden zukommt, um gesicherte epidemiologische Aussagen machen zu können. Als weiterer Punkt wurde am Beispiel der FSME zudem deutlich, dass die Erfassung menschlicher Erkrankungsfälle oder der Seroprävalenz in der Allgemeinbevölkerung nicht in jedem Fall geeignet ist, das beruflich bedingte Infektionsrisiko abzuschätzen: Wie die Ergebnisse der Querschnittsstudie im Elsass zeigten, ist die Erkrankung beruflich exponierter Personen selbst in Regionen möglich, in denen die Erkrankung auf der Grundlage seroepidemiologischer Untersuchungen oder Angaben zur Inzidenz nicht von Bedeutung zu sein scheint. Beruflich exponierten Personen kann unter diesen epidemiologischen Bedingungen die Funktion von Indikatoren zukommen – wenn im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge und Beratung und auch in der allgemein- und fachärztlichen Diagnostik und Therapie die beruflich bedingte oder in einer Tätigkeit begründete Exposition berücksichtigt wird. Daten aus Tierbeständen - zur Erkrankungshäufigkeit oder Durchseuchung - können hierbei wichtige Informationen zur Beurteilung der Infektions- und Erkrankungsrisiken von beruflich exponierten Personen liefern. Neben gezielten Untersuchungen von Tieren als Indikatoren, wie im Rahmen der vorliegenden Arbeit am Beispiel der Füchse und der FSME gezeigt, sind hierbei auch Untersuchungen hilfreich, die z.B. im Hinblick auf fäkal-oral übertragene Krankheitserreger in erster Linie zum Schutz des Verbrauchers erfolgen: werden Tierbestände hinsichtlich inapparenter Infektionen mit z.B. Salmonellen überwacht, werden zugleich Daten gewonnen, die das mögliche Infektionsrisiko der Beschäftigten abbilden.

Im Hinblick auf viele Krankheitserreger zeigen sich derart Synergien zwischen Verbraucherschutz, Tierseuchenbekämpfung und Arbeitsschutz in der Landwirtschaft und in der Lebensmittelproduktion – ohne dass letzterer Aspekt vom Verordnungsgeber ausdrücklich berücksichtigt worden wäre. Beispiele für gesetzliche Regelungen sind die Hühner-Salmonellen-³²⁸ und Rinder-Salmonellose-Verordnung³²⁹, und die Tuberkulose-³³⁰ und die Brucellose-Verordnung³³¹, auf deren Grundlage in Deutschland das Auftreten der genannten Infektionserreger überwacht und Maßnahmen gegen die Verbreitung der Keime ergriffen werden. So ist beispielsweise nach der Hühner-Salmonellen-Verordnung der Nachweis von *S. enteritidis* und *S. typhimurium* in Hühnerzuchtbetrieben und Brüttereien mitteilungspflichtig, und es besteht Impfpflicht für Aufzuchtbetriebe von Junghennen, die zum Zweck der Konsum-Eierproduktion aufgezogen werden. In ähnlicher Weise legt die Rinder-Salmonellose-Verordnung fest, dass positive Salmonellenbefunde bei Rindern angezeigt werden müssen. Milch von Kühen, bei denen eine Salmonellose festgestellt wurde, ist unschädlich zu beseitigen oder kann – nach Abkochen – im Betrieb verfüttert werden.

Im Hinblick auf den Verbraucher wie auch aus Gründen des Arbeitsschutzes ist es unumgänglich, dass in der Landwirtschaft Tätige allgemeine Hygienemaßnahmen einhalten: allein durch eine hygienische Händereinigung lassen sich Schmierinfektionen vom Tier auf die Beschäftigten (mit z.B. sekundärer Kontamination der Milch bei z.B. Salmonellen, EHEC) aber auch umgekehrt vom Menschen auf das Tier (vgl. Tabelle A2 im Anhang, z.B. Wundinfektionen an den Händen) wirkungsvoll vermeiden. Zusätzlich wurden für bestimmte Stallungs- und Produktionsformen Schutzregeln in Verordnungsform erlassen, in denen Verbraucher- und Arbeitsschutz wiederum parallel gehen. Als Beispiele sind zu nennen die Regeln für Kälberhaltungen mit mehr als 100 Kälbern nach der Rinder-Salmonellose-Verordnung (§2) oder die Schweinehaltungshygieneverordnung³³², in denen neben technischen und organisatorischen Maßnahmen Reinigung, Desinfektion und Schadnagerbekämpfung in den Ställen vorgeschrieben sind. Diese decken sich in vielen Punkten mit den nach TRBA 500 (Allgemeine Hygienemaßnahmen) oder TRBA 230 (Landwirtschaftliche Nutztierhaltung) vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen. Stallhygiene – im Hinblick auf Tierseuchenbekämpfung und Lebensmittelhygiene bereits vorgeschrieben – leistet folglich einen wirkungsvollen Beitrag zur Minimierung der Belastung durch biologische Arbeitsstoffe. Ihre Umsetzung ist – nicht zuletzt vor dem Hintergrund der beschriebenen Häufung von inapparenten Infektionen mit darmpathogenen Erregern wie auch der Isolierung verotoxinbildender E.coli in Rinderbeständen³³³ – unbedingt erforderlich.

Neben der Erfassung möglicher Infektionsgefahren und ihrer Vermeidung durch allgemeine Hygienemaßnahmen sind arbeitswissenschaftlich-infektiologische Untersuchungen notwendig, um Risikofaktoren für die fäkal-orale oder vektorgebundene Übertragung von Krankheitserregern für die Beschäftigten in der Landwirtschaft zu beschreiben.

IV-2. Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe

Mit Schwerpunkt auf die landwirtschaftliche Nutztierhaltung wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit zum ersten Mal Luftkonzentrationen biologischer Arbeitsstoffe mit den für Deutschland empfohlenen standardisierten Messverfahren nach BIA bzw. TRBA ermittelt. Diese erlauben zum einen die Beschreibung bestimmter Risikofaktoren für eine erhöhte Exposition in der Landwirtschaft, zum anderen jedoch ist ein Vergleich der Belastungen der landwirtschaftlichen Beschäftigten mit z.B. den im Bereich der Abwasser- oder Abfallwirtschaft tätigen Personen möglich. Hierzu liegen eigene Daten aus Untersuchungen der Jahre 1999-2001 vor (beispielhaft zusammengefasst in Tabelle A64, Anhang).¹ Deutlich wurde in der Zusammenschau, dass die untersuchten Tätigkeiten aus der Abwasserentsorgung mit einer durchschnittlich geringeren Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe einher gehen als Tätigkeiten in der Abfall- und Landwirtschaft. Ein weiterer Unterschied ist im Spektrum der zu erwartenden Mikroorganismen zu sehen: Ist in der Abwasserentsorgung eine Exposition gegenüber Schimmelpilzen nur bei ausgewählten Tätigkeiten zu erwarten, prägt dieselbe die Belastung der Beschäftigten in der Abfall- und Landwirtschaft in vielen Bereichen. Von Seiten der Beanspruchungsreaktionen finden sich Ähnlichkeiten zwischen der Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen im Bereich der Landwirtschaft und der Entsorgungswirtschaft: Beschäftigte berichten über Atemwegsbeschwerden und Reizungen der Schleimhäute im Sinne eines MMIS. Allerdings lässt sich eine erhöhte Symptomprävalenz nicht immer

¹ Die Messungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Mikrobiologischen Labor Dr. Balfanz – Dr. Lohmeyer, Münster, durchgeführt.

in epidemiologischen Studien abbilden, was sowohl in der Landwirtschaft¹⁹¹ als auch im Bereich der Abwasserentsorgung³³⁴ auf den sogenannten Healthy-Worker-Effekt zurückgeführt werden kann. Dieser besagt, dass in z.B. Querschnittsstudien Verzerrungen bei der Erfassung von Krankheitshäufigkeiten vor allem dadurch auftreten können, dass nur die Probanden ihre exponierende Tätigkeit langjährig ausüben, die nicht unter tätigkeitsbezogenen Krankheitssymptomen leiden. Unter den Bedingungen der bäuerlichen Landwirtschaft in Deutschland, die in vielen Regionen durch kleine und mittelgroße Betriebe geprägt ist, wird dieser Effekt jedoch möglicherweise nicht in dem Umfang zum Tragen kommen wie dies aufgrund der vorliegenden Befunde für die Arbeitnehmer in der Entsorgungswirtschaft anzunehmen ist.

Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit war die Betrachtung der Belastungen durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe in der Nutztierhaltung. Als Faktoren mit dem größten Einfluss auf die Exposition der Beschäftigten konnten hierbei die gehaltene Tierart und die Haltungsform der jeweiligen Tierart differenziert werden. Generell gingen einstreuarme oder einstreufreie Stallungsformen mit einer deutlich geringeren Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen einher als die Verwendung von Einstreu. Bei der vergleichenden Betrachtung verschiedener Einstreumaterialien wurde deutlich, welche Bedeutung der Freisetzung von alveolengängigem Staubes (anteilig am Gesamtstaub) und des spezifischen Endotoxingehaltes dieser Staubfraktion zukommen kann. Auf Grund der geringen Kollektivgröße war es nicht möglich, den Einfluss weiterer technischer oder konstruktiver Produktionsbedingungen zu untersuchen. Angaben hierzu liegen jedoch aus der Literatur vor.

Im Bereich der Schweinehaltung scheinen sich klimatische Veränderungen dahingehend auszuwirken, dass im Sommer geringere Gesamtstaub- und Luftkeimkonzentrationen im Schweinestall festzustellen sind als im Winter.^{208 209} Ebenso verbesserte sich die Stallluft im Sommer im Hinblick auf die NH₃- und CO₂-Konzentrationen.²⁰⁶ Interessanter Weise korrelierte die Schimmelpilzkonzentration in der Schweinestallluft zwar mit der subjektiv bewerteten Sauberkeit der Ställe, ein Unterschied in den Lungenfunktionsparametern (FEV₁ und FVC) oder immunologischen Messwerten (IL-8 in der NAL und IL-6 im Blut) gesunder freiwilliger Probanden nach Aufenthalt in unterschiedlich sauberen Ställen konnte jedoch nicht beschrieben werden.¹⁹⁰ Als weitere Risikofaktoren für das Auftreten von Atemwegsbeschwerden bei den Beschäftigten wurden in mehreren Studien unter anderem folgende Faktoren im Schweinestall differenziert:^{180 335 336 337}

- Fehlendes oder schlechtes Lüftungssystem
- Keine Teil- oder Vollspaltenböden
- Verwendung von Holzspänen oder Sägemehl als Einstreu
- Automatisierte Fütterung, v.a. Pellets
- Verwendung von Desinfektionsmitteln, v.a. quartäre Ammoniumverbindungen, und deren Applikation mit Hochdruck

Neben der Exposition gegenüber Endotoxinen, Ammoniak und Gesamtstaub, die durch die Haltungs- und Fütterungsbedingungen beeinflusst werden, müssen folglich auch die Reinigungs- und Desinfektionsverfahren in die Betrachtung der inhalativen Belastungen der Beschäftigten in der Nutztierhaltung einbezogen werden.

Die Bedeutung eines guten Stallklimas wurde unter anderem in einer Untersuchung an n=100 Vollerwerbsschweinehaltern aus Niedersachsen deutlich, die unter Atemwegssymptomen litten. Neben der Beschäftigungsdauer, der manuellen Fütterung, der Verwendung von Einstreumaterial, der Zahl der Schweine und der Stallbehei-

zung konnte eine geringe Windgeschwindigkeit wie auch ein hoher Ammoniakgehalt der Luft als Risikofaktoren für schlechtere Lungenfunktionswerte der Beschäftigten differenziert werden.¹⁹²

Auffällig ist, dass die Art der Fütterung (manuell – automatisch&trocken – automatisch&feucht) in den verschiedenen Studien uneinheitlich bewertet wurde. Dies liegt vermutlich darin begründet, dass je nach Staubungsverhalten und Qualität des Futters eine unterschiedliche Belastung der Stallluft mit Staub und biologischen Arbeitsstoffen erfolgt. Beispielhaft sei in diesem Zusammenhang eine Untersuchung von PRELLER ET AL. zitiert, in der gezeigt wurde, dass in Einzelfällen die Flüssigfütterung der Schweine mit höheren Endotoxinkonzentrationen (bei verminderten Staubkonzentrationen) einher ging als bei Verwendung von trockenem Futter.²⁰⁹

Die Bedeutung eines guten Stallklimas und seine Beeinflussung durch die Futterqualität geht auch aus Untersuchungen im Bereich der Rinderhaltung hervor: die höhere Mechanisierung eines Hofes, v.a. die Verwendung eines Heutrocknungs- und eines Stallabluftsystems, ging mit deutlich weniger Atemwegsbeschwerden bzw. geringerer Allergisierung der Beschäftigten einher als sie auf Betrieben mit geringerer Mechanisierung gefunden wurde.^{179 338} Wurden dagegen dem Heu zur Verbesserung der Haltbarkeit das Milchsäure-produzierende Bakterium *Pediococcus pentosaceus* zugesetzt, führte diese Maßnahme zu keiner Senkung der Luftkonzentrationen von *Saccharopolyspora rectivirgula*ⁱ oder der Endotoxin-, Bakterien- und Schimmelpilzkonzentrationen.²¹¹

Im Hinblick auf die Stallgestaltung und Arbeitsabläufe konnte in einer Untersuchung in Schleswig-Holstein kein Effekt der Stallgröße (Luftvolumen bzw. Stallfläche pro Tier) gezeigt werden, wohl aber resultierten als Risikofaktoren für Atemwegsbeschwerden bei den Beschäftigten eine:

- fehlende Entlüftung über die Wand (z.B. Windfangnetze, einseitig offener Stall)
- Fütterung häufiger als einmal am Tag
- fehlende zusätzliche Grünlandbewirtschaftung
- Wohnlage im Binnenland (im Gegensatz zur Küste).

Auch schien sich eine niedrigere Stalltemperaturen günstig auf die menschliche Gesundheit auszuwirken.¹⁸⁷

Zusammenfassend lassen sich als wichtige Maßnahmen zur Minimierung der Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen nennen:

- gute Stallhygiene (inkl. regelmäßiger Reinigung)
- gute Lüftung im Stall
- gute Futterqualität
- Minimierung von Staub (z.B. durch Versprühen von Öl)²¹²
- Vermeidung von Staubentstehung, d.h.
 - einstreuarme oder einstreufreie Haltungsformen
 - (automatisierte) Flüssigfütterung (bei guter Futterqualität)

Die Notwendigkeit stallhygienischer Maßnahmen ist nicht nur im Arbeitsschutz, sondern auch im Schutz der Tiergesundheit (und damit des Verbraucherschutzes) begründet. Insgesamt stellen heutzutage Erkrankungen des Respirationstraktes eine der wesentlichen Verlustursachen unter den Bedingungen der modernen Nutztierhaltung (Schweine, Rinder, Geflügel) dar. Beispielsweise wurde bei der Untersuchung von über 100.000 Schlachtschweinen festgestellt, dass nahezu 50% der Tiere Ver-

ⁱ *Saccharopolyspora rectivirgula* konnte als Verursacher der EAA differenziert werden.

änderungen im Bereich der Atemwege (Lunge, Pleura) aufwiesen. Krankhafte Veränderungen im Bereich der Atemwege begründen in der Masthähnchenhaltung circa 30% der Verwerfungen bei der Fleischbeschau.¹⁹⁸ Für respiratorische Symptome bei Tieren scheinen – wie beim Menschen – luftgetragene Endotoxine verantwortlich zu sein.³³⁹ Die positive Auswirkung z.B. der Staubreduktion im Stall auch auf die landwirtschaftliche Produktivität zeigte sich darin, dass diese Maßnahme zu einer deutlich stärkeren Gewichtszunahme pro Zeiteinheit bei Mastschweinen führte.³⁴⁰

Zur Vermeidung der Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen kommt der Qualität der eingesetzten Arbeitsmittel eine besondere Bedeutung zu – sei es zum Schutz der menschlichen oder Tiergesundheit. So gilt der oben dargestellte positive Effekte der Heutrocknung (und damit des niedrigeren Schimmelpilzbefalls) auf die Prävalenz von Atemwegsbeschwerden bei den Beschäftigten zugleich im Hinblick auf die Gesundheit der Tierbestände: bei Rind und Pferd können allergische Krankheitsbilder wie Rhinitis, Alveolitis und Asthma auf mit Schimmelpilzen besiedeltes Kraft- oder Rauhfutter (Heu, Stroh) wie auch Einstreumaterial zurückgeführt werden.³⁴¹ Verschimmeltes Heu oder Silage beeinträchtigen die Pansenflora des Rindes.³⁴²

Die oft langen Produktionszeiten in der Landwirtschaft bedingen, dass Qualitätssicherung und Arbeitsschutz lange vor dem eigentlichen Umgang mit dem biologischen Arbeitsstoff einsetzen. Dies wird am Beispiel des Heus deutlich, dessen Qualität nicht nur durch eine entsprechende Nachbehandlung, d.h. Trocknung, gesichert werden kann, sondern schon durch die Art der Produktion bedingt ist. So fiel in Untersuchungen auf, dass bei einer (aus Gründen des Naturschutzes favorisierten) späten Wiesenmahd die Pflanzen deutlich stärker von Bakterien und Pilzen besiedelt sind, als zum Zeitpunkt der konventionell durchgeführten ersten Mahd Mitte Mai. Oft überschreiten die mikrobiellen Besatzdichten dann die Grenzwerte für Futtermittel. Sogenannte Gärschädlinge treten auf, die die Bereitung guter Silage stören.³⁴³ Neben einer schlechteren Futterqualität führt dieses Vorgehen folglich zu einer deutlich höheren Belastung des Menschen beim Umgang mit dem entsprechend produzierten Heu bzw. der Silage.

Neben der mikrobiellen Belastung führt auch der Staubgehalt des Rauhfutters (Heu, Stroh) bei entsprechend empfänglichen Pferden zu Atemwegsbeschwerden.³⁴⁴

Bei der Erfassung von Belastungen durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe lag der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit in der Beschreibung möglicher Effekte bei Verwendung unterschiedlicher Einstreumaterialien bzw. Einstreumengen. Gerade am Beispiel der Pferdehaltung konnte hierbei die Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe bei Verwendung eines bestimmten Materials gut quantifiziert werden, da definierte Tätigkeiten in der Einzelbox erfasst und somit Störfaktoren (z.B. Tierbewegung) weitgehend ausgeschlossen wurden. Sowohl im Hinblick auf die Staubentwicklung (E-Staub und A-Staub) wie auch die Freisetzung von Bakterien und Endotoxinen ergaben sich beim Einstreuen mit Sägespänen die niedrigsten Expositionen. Wenn auch die Schimmelpilzkonzentration niedriger war als bei Verwendung von Stroh, muss berücksichtigt werden, dass Holz und Holzschnitzel oft verschimmelt sein können. In diesen Fällen wurde das Auftreten einer exogen-allergischen Alveolitis (als Holzschnitzelalveolitis oder Holzarbeiterlunge) oder auch eines ODTs beobachtet.³⁴⁵

Das Beispiel der Pferdehaltung eignet sich weiterhin dafür, die vielfältigen Funktionen eines Einstreumaterials zu betrachten und so Hinweise darauf zu erhalten, wel-

che Bedingungen neben der Freisetzung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe und Staub bei der Wahl des Materials zu berücksichtigen sind. Einen guten Überblick bietet in diesem Zusammenhang ein vom Institut für Tierhygiene der Universität Hohenheim durchgeföhrter Vergleich von Einstreumaterialien³⁴⁶, der die Faktoren betrachtete, die in der Pferdehaltung – aus der Sicht der Tiergesundheit – von Bedeutung sind. Es sind dies:

- trockener Untergrund
- pH-Wert Untergrund (Schutz der Hufe) möglichst pH 7,5 (Spanne: pH 6,5-8,5)
- geringe Ammoniakbildung (inhalative Wirkung; pH-Wert der Einstreu)
- geringe Staubentstehung ("entstaubte Einstreu" – mechanisch, mit Öl benetzt)

Zusätzlich ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Einstreu möglichst wenig Pestizidrückstände enthalten (keine bzw. geringe Rückstände finden sich in der Regel in Lein-, Hanf- und Holzprodukten) und schnell verrotten sollte, da ein Ausbringen als organischer Dünger erst nach dem Rotteprozess möglich ist. Während bei Hanf-, Lein-, Weizen-, Roggen- oder Haferstroh hierzu durchschnittlich 6 Monate zu veranschlagen sind, beträgt die Zeit bei Sägespänen bis zu 2 Jahren, was die Anwendung dieses Materials in der landwirtschaftlichen Praxis stark einschränkt. Ein weiterer Punkt muss aus Sicht des Tierverhaltens genannt werden: Da Stroh auch als Rauhfutter für die Tiere dient, beschäftigen sich diese mit der Einstreu und entwickeln in der Regel in geringerem Umfang psychische Auffälligkeiten als bei der Haltung auf z.B. Sägespänen.

In der zitierten Untersuchung wurde neben dem Staubgehalt und der mikrobiellen Besiedelung des Materials (beides bestimmt im Überstand einer Aufschwemmung des Einstreumaterials)

- das Saugvermögen (Wasserbindung verschiedener Materialien)
- der pH-Wert (pH-Wert-Änderung 1 Stunde nach Zugabe von Wasser (pH 6,3) oder Pferdeurin (pH 6,8))
- die Ammoniakbildung durch die der Einstreu anhaftenden Bakterien nach Zugabe von Pferdeurin

überprüft. Die Ergebnisse wiesen auf große Unterschiede zwischen den einzelnen Materialien bzw. kommerziell erhältlichen Produkten im Hinblick auf die Wasserbindung (15,9-53g Wasser), den Gesamtkeimgehalt im Überstand (Bakterien: 20-54.000.000 KBE/ml; Schimmelpilze: 5-1.340.000 KBE/ml) und pH-Wert-Änderung hin (nach Zugabe von Wasser: pH 5,2 – pH 8,7; nach Zugabe von Urin: pH 7,7 – pH 8,7) (Tabelle A65 im Anhang).

Im vorliegenden Versuch zeigte sich kein Zusammenhang zwischen bakterieller Besiedelung des Materials und Ammoniakbildung nach Zugabe von Pferdeurin.

Nicht untersucht wurde die Exposition von Mensch und Tier gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen, deren Bedeutung in der Pferdehaltung vor allem im Hinblick auf den Endotoxingehalt des A-Staubes bei Verwendung von Hanfeinstreu im Rahmen der vorliegenden Arbeit deutlich wurde.

Die Belastung der Beschäftigten mit luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung ist in starkem Maße abhängig von der Qualität der eingesetzten Arbeitsmittel und den Haltungsbedingungen. Im Hinblick auf z.B. die Verwendung von Futtermitteln guter Qualität oder der Implementierung von Maßnahmen zur Staubreduktion und zur Verbesserung des Stallklimas profitieren Mensch und Tier gleichermaßen.

Im Hinblick auf die Verwendung von Einstreu fällt die Bewertung jedoch oft unterschiedlich aus. Auch wenn die Tierhaltung auf Voll- oder Teilspaltenböden ohne Einstreu mit deutlich geringeren Luftkonzentrationen von Staub, luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen und Ammoniak für Mensch und Tier einher geht, treten unter diesen Bedingungen v.a. in der Schweinehaltung oft Verhaltensstörungen der Tiere auf. Aus Sicht des Tierschutzes werden aus diesem Grund Tierhaltungssysteme mit Verwendung von Einstreu in der Regel favorisiert.

IV-3. Die „Agrarwende“

Nicht zuletzt unter dem Eindruck der BSE-Epidemie in Europa werden derzeit in Deutschland die etablierten Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion in Frage gestellt. Politisch werden auf Bundes- und (häufig auch auf) Landesebene ökologische Bewirtschaftungsformen und vor allem die artgerechte Tierhaltung gefördert. In der aktuellen Diskussion wird jedoch leicht übersehen, dass die Bedingungen der modernen Nutztierhaltung in der Regel als Antwort auf die gesundheitlichen Probleme von Mensch und Tier entstanden, die sich aus der am Konsumentenverhalten orientierten Massentierhaltung ergaben. So wurde beispielsweise für Legehennen schon 1969 die Flatdeckelhaltung über wassergefüllten Kotgruben oder die Käfigbatteriehaltung mit Fließbandentmistung empfohlen von Befunden ausgehend, dass in der Massentierhaltung bei den Beschäftigten Erkrankungen auftraten, die auf die Exposition gegenüber Bakterien, Staub und Ammoniak im Stall in Verbindung gebracht wurden.³⁴⁷ Die damals neuen Bedingungen der Legehennenhaltung gingen dagegen mit einer deutlich geringeren Keimexposition einher.

In der modernen Nutztierhaltung wurden in den letzten Jahren Haltungsformen entwickelt, die nicht nur die möglichst kostengünstige Produktion der auf dem Markt nachgefragten tierischen Produkte ermöglichen, sondern zugleich eine Antwort auf die Anforderungen im Hinblick auf die Gesundheit von Tieren, Verbrauchern und Beschäftigten darstellen. Hierbei ist ein verbesserter Klima- und Anwohnerschutz mit einer umfassenden Stallhygiene verbunden, mit deren Hilfe dem aus der Massentierhaltung resultierende hohe „Infektionsdruck“ in den Tierbeständen begegnet werden kann.

Als positive Entwicklung – auch im Hinblick auf das Tierverhalten – sind in der konventionellen Landwirtschaft beispielsweise die modernen Formen der Milchviehhaltung anzusehen, in denen die Tiere in Laufställen mit Außenklimagestaltung, aufgeteilt in Fress-, Lauf- und Liegebereich auf Teilspaltenböden gehalten werden. Werden Kraftfutterautomaten und - in großen Betrieben - zusätzlich Melkroboter eingesetzt, können die Tiere nicht nur Zeitpunkt und Rhythmus der Futteraufnahme selbst bestimmen, sondern auch die Milchabgabe. Unter diesen Bedingungen sind nicht nur die Tiere gesünder und bringen eine höhere Milchleistung als in den früher gebräuchlichen dunklen Ställen mit Anbindehaltung auf Stroh, auch die Arbeitsbedingungen für die Beschäftigten in der Landwirtschaft wurden deutlich verbessert. Neben ergonomischen Aspekten sind hier vor allem die Reduktion der Konzentration von Staub und von luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen zu nennen. Besonders groß fällt diese Verminderung der inhalativen Belastung aus, wenn der Liegebereich nicht eingestreut wird, sondern die Tiere auf Matratzen gehalten werden, wie durch die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gewonnenen Messwerte illustriert wurde.

Auch in der Schweine- oder Geflügelhaltung werden von agrarwissenschaftlicher und tierhygienischer Seite neue Haltungsformen entwickelt. Bei Studium der entsprechenden Fachliteratur fällt allerdings auf, dass in einer Vielzahl der Untersuchungen zwar der Einfluss von verfahrenstechnischen Änderungen auf die Gesamtstaub und Ammoniakkonzentrationen erfasst wird, eine Betrachtung der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe in der Regel jedoch unterbleibt. Gerade letzterer Aspekt ist jedoch zur Beurteilung der Produktionsbedingungen aus Sicht des Arbeitsschutzes unerlässlich.

Grundsätzlich muss bei der Entwicklung und Erprobung neuer Haltungsverfahren auch der Klima-, Umwelt- und Anwohnerschutz berücksichtigt werden im Hinblick auf die Emission von Gerüchen, Mikroorganismen und klimarelevanten Gasen (v.a. NH₃, CO₂, NO₂) aus den Stallungen und beim Ausbringen von Mist oder Gülle auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Um eine unnötige Klima-, Boden- und Grundwasserbelastung zu vermeiden, sollte Gülle und Mist hierbei möglichst zu dosierbarem Dünger verarbeitet werden.

Bei der derzeit diskutierten Förderung artgerechter Tierhaltung rückt das tierische Verhalten in den Mittelpunkt der Betrachtung. Dies gilt seit längerer Zeit für den Bereich der ökologischen Tierhaltung, wird nun aber auch für die konventionelle Landwirtschaft zunehmend gefordert.

Mindeststandards für ökologische Produktionsformen wurden auf Ebene der europäischen Gemeinschaft durch die EG-Öko-Verordnung vom 19. Juli 1999³⁴⁸ formuliert, die seit dem 24. August 2000 in Deutschland gilt. Im Bereich der Tierhaltung werden für alle Tierarten bei den Haltungsgebäuden und Ausläufen Mindestflächen vorgeschrieben. Die Anbindehaltung der Tiere ist verboten, Weidegang oder Auslauf werden zwingend vorgeschrieben. Vollspaltenböden werden generell verboten. Die Ställe müssen über Liege- und Ruheflächen verfügen, im Ruhebereich muss ausreichend trockene Einstreu vorhanden sein. Für Schweine müssen Auslaufflächen zum Wühlen zur Verfügung stehen. Die Käfighaltung von Geflügel wird untersagt.

In Deutschland gelten im Bereich der ökologischen Landwirtschaft zum Teil strengere Anforderungen, die von Verbänden und Interessengemeinschaften im Hinblick auf eine artgerechte Tierhaltung formuliert wurden, so z.B. von der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (AGÖL)³⁴⁹, dem Biokreis³⁵⁰ oder dem Bioland-Verband³⁵¹.

Neben der gezielten Förderung der ökologischen Landwirtschaft z.B. durch Vermarktungs- oder Produktionsförderung wird auf Bundes- und Landesebene die artgerechte Tierhaltung auch im Bereich der konventionellen Landwirtschaft unterstützt und zunehmend auch gefordert. So bietet das Land Nordrhein-Westfalen über die „Richtlinie zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung“ den Landwirten, die Tiere artgerecht halten, eine verbesserte Investitionsförderung und Vorrang für die Mittelbewilligung. In ähnlicher Weise werden Festmistverfahren gefördert. Bei diesen werden die Tiere zumindest zeitweise in einem Stall auf Stroh gehalten, die Exkreme der Tiere fallen überwiegend als Festmist an.³⁵²

Über diese Förderprogramme hinaus, berücksichtigen Bundesregierung und Bundesländer den Tierschutz verstärkt z.B. bei der Genehmigung neuer Ställe. Auf Bundesebene sei beispielhaft die im Oktober verabschiedete Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung im Hinblick auf die Legehennenhaltung genannt, die für die kommenden Jahre die Abschaffung der Käfigbatteriehaltung vorsieht.³⁵³ In Nordrhein-Westfalen werden für die Mastschweinehaltung unter anderem eine höhere Mindestbuchtenflächen pro Tier und eine geringere Schlitzweite der Spaltenböden als bisher gefordert. Zusätzlich muss der Liegebereich (mit einem vorgegebenen

Schlitzanteil von maximal 10%) je nach Alter der Schweine zwischen 33 und 50% der Buchtenfläche betragen und in jedem Fall mit einer weichen Unterlage (perforierte Gummimatte oder 3 cm dicke Strohschicht) ausgestattet werden. Neben Beschäftigungsmaterialien für die Tiere wird die Einhaltung eines Ammoniak-Grenzwertes von 20 ppm NH₃ 50 cm über dem Boden und der Betrieb lüftungstechnischer Anlagen zur Kühlung gefordert (z.B. Luftbefeuchter, Wärmeaustauscher, zentrale Zuluftkühlsysteme).³⁵⁴ Im Bereich der Kälberhaltung sind die verpflichtende Einführung einer trockenen und weichen Liegefläche sowie das unbegrenzte Angebot von Rauhfutter Bestandteil der artgerechten Tierhaltung im Bereich der konventionellen Landwirtschaft.³⁵⁵

Auch wenn diese Änderungen im Hinblick auf das Verhalten der Tiere zu einer Verbesserung der Haltungsbedingungen führen können, ist aus Sicht des Arbeitsschutzes zu befürchten, dass die Belastung mit luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen und das Risiko für Schmierinfektion durch weniger saubere Ställe für die Beschäftigten unter derartigen Produktionsbedingungen zunimmt. Für den Bereich der Legehennenhaltung wurde dies im Rahmen der vorliegenden Arbeit durch die Ergebnisse aus der Staub-, Keim- und Endotoxin-Messungen aus dem Bereich der Käfigbatterie- bzw. der Bodenhaltung illustriert.

Die zunehmende inhalative Belastung aufgrund artgerechterer Tierhaltungsformen ist vor dem Hintergrund zu betrachten, dass beispielsweise für NRW in der konventionellen Schweiinemast unter neuen Bedingungen eine Mindestbetreuungszeit von 20 Sekunden pro Tier und Tag vorgesehen ist. Hierdurch wird eine Entwicklung fortgeschrieben, die in der ökologischen landwirtschaftlichen Nutztierhaltung bereits beobachtet werden konnte: aufgrund der geänderten Haltungs- und Produktionsbedingungen haben die Beschäftigten mehr Kontakt mit den Tieren und sind damit häufiger und länger einer höheren Konzentration an biologischen Arbeitsstoffen ausgesetzt als unter den Bedingungen der konventionellen Landwirtschaft.ⁱ

Die „Agrarwende“ wird – sei es durch Förderung der ökologischen Landwirtschaft oder durch Implementierung von artgerechteren Haltungsformen in die konventionelle landwirtschaftliche Nutztierhaltung – zu einem höheren menschlichen Arbeitseinsatz in der landwirtschaftlichen Produktion führen. Die hierdurch mögliche Schaffung von Arbeitsplätzen³⁵⁶ ist neben dem verbesserten Tierschutz ein zusätzlicher positiver Aspekt der anstehenden Veränderungen in der Landwirtschaft. Der Prozess wird von der Industriegewerkschaft Bauen, Agrar, Umwelt begrüßt³⁵⁷ und soll nach den Entwürfen der „Gemeinsamen Plattform von Verbänden aus Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft, Tierschutz und Verbraucherschutz“ durch z.B. finanzielle Anreize gefördert werden.³⁵⁸

Mögliche negative Auswirkungen der anstehenden Veränderungen im „Agribusiness“ werden im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit sowie den Umwelt- und Verbraucherschutz innerhalb der Landwirtschaft kontrovers diskutiertⁱⁱ. Bisher unberücksichtigt blieben dagegen die möglichen Folgen im Bereich der arbeitsbedingten Belastungen der Beschäftigten.

ⁱ Im Vergleich der Ferkelproduktion nach AGÖL-Richtlinien und auf konventionelle Art und Weise ergibt sich ein Arbeitsaufwand von 30-40 Stunden Arbeit pro Sau und Jahr einschließlich Ferkelaufzucht (AGÖL), wohingegen in der konventionellen Sauenhaltung ca. 13 bis 15 Stunden pro Sau und Jahr veranschlagt werden. (Quelle: top agrar 7/2001, S. 100)

ⁱⁱ vgl. Aufsätze im Internet-Angebot von www.animal-health-online.de und www.agrar.de: „Sind Bio-Schweine Umweltschweine?“ und „Mogelpackung „Ökoei“ (beide von Dr. M. Stein, Gyhum)

IV-4. Aufgaben für den Arbeitsschutz

Die Exposition der Beschäftigten gegenüber biologischen Arbeitsstoffen in der Landwirtschaft kann durch eine Vielzahl von technischen und organisatorischen Maßnahmen reduziert werden. Im Hinblick auf die luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe stehen hierbei konstruktive oder lüftungstechnische Verbesserungen des Klimas im Stall oder in der Fahrerkabine von Landmaschinen im Vordergrund. Bezogen auf durch Schmierinfektion übertragbare Krankheitserreger kommt der Stall- und Tierhygiene eine besondere Bedeutung zu. Im Bereich der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung verbessern allgemein alle unter dem Aspekt des Verbraucherschutzes oder der Tierseuchenbekämpfung durchgeführten Maßnahmen zur Verhütung und Behandlung von Tierkrankheiten auch das arbeitsmedizinisch bedeutsame Infektionsrisiko für die Beschäftigten. Zu nennen sind an dieser Stelle beispielsweise die regelmäßige Entwurmung der Tiere, die Impfung gegen z.B. Pilzinfektionen (Rinder, Pferde), Tollwut (Weidevieh), Influenza (Pferde) oder Salmonellen (Legehennen) und die Behandlung entsprechender Infektionskrankheiten in Tierbeständen. Auch die Verwendung von Futtermitteln und Einstreumaterialien guter Qualität beugt nicht nur tierischen Erkrankungen vor, sondern reduziert die Belastung der Beschäftigten im Hinblick auf z.B. Schimmelpilz-, Endo- und Mykotoxingehalt. Über die Analyse von Arbeitsabläufen können Verbesserungsmöglichkeiten entwickelt werden dahingehend, dass die Beschäftigten möglichst kurz exponiert sind. Auf der Grundlage der Messergebnisse aus der Pferdehaltung könnte dies beispielsweise bedeuten, dass das Einstreuen der Box möglichst wenig Zeit in Anspruch nehmen und sich die Beschäftigten während des Zeitraums, in dem die Staubbelaustung abklingt, außerhalb der Box oder Stallgebäudes aufhalten sollten (vgl. Abbildung A38a-c im Anhang).

Trotz dieser vielfältigen Möglichkeiten zur Verringerung des Expositionsumfangs bleiben landwirtschaftliche Tätigkeiten in Pflanzenproduktion und Nutztierhaltung durch den direkten Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen gekennzeichnet. Aus diesem Grund kommt der Prophylaxe im Hinblick auf Exposition wie auch Disposition jedes einzelnen Beschäftigten in der Landwirtschaft eine besondere Bedeutung zu. Als wichtige Maßnahme sind in diesem Zusammenhang Unterweisung und Aufklärung der Beschäftigten zu nennen, in denen Belastungsfaktoren, Erkrankungsrisiken und Übertragungswege erläutert werden. Ergänzend sollte die Anleitung zur Umsetzung allgemeiner und spezieller Hygienemaßnahmen nach TRBA 500 und TRBA 230 erfolgen in Form eines sogenannten Hygienetrainings, wie es bereits für den Bereich der Abwasserwirtschaft empfohlen wurde.³⁵⁹ Hier können die Betroffenen die bisherige Praxis der Handreinigung und -Desinfektion überprüfen und verbessern.¹ In diesem Zusammenhang sollte auf das Tragen von Handschuhen und vor allem die Anwendung von Hautschutz- und Hautpflegeprodukten geachtet werden. Vor allem letztere Maßnahme reduziert das Risiko der Entstehung von Abnutzungsdermatosen und Hautverletzungen deutlich³⁶⁰ und trägt so zur Verringerung der Infektionsgefährdung durch Krankheitserreger wie z.B. Leptospiren bei, die durch kleinste Hautverletzungen in den Körper gelangen können. Die Notwendigkeit zum Tragen spezieller Schutzkleidung bei besonderen Infektionsgefahren wird in der TRBA 230 erläutert (vgl. Einleitung, Abschnitt I-3.1.2). Generell sollte den Beschäftigten auch im Hinblick auf die gewöhnliche Arbeitskleidung bewusst sein, dass über mit Tierkot verschmutzte Kleidung fäkal-oral übertragbare Mikroorganismen in den Wohnbereich gelangen

¹ Bei Hygienetrainings können gute Lerneffekte erzielt werden, wenn Desinfektionsmittel mit fluoreszierenden Beimischungen verwendet werden. Bei Betrachtung der Hände unter einer UV-Strahlung-emittierenden Lichtquelle werden nicht mit Desinfektionsmittel benetzte Hautstellen sichtbar.

und dort zu Schmierinfektionen führen können. Wünschenswert wäre eine strikte Trennung von Wohn- und Arbeitsbereich bei Tätigkeit in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, doch ist diese Forderung unter den Bedingungen kleiner und mittelgroßer Betriebe in der Regel nicht umsetzbar.

Schutz vor der Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen bieten partikelfiltrierende Halbmasken. Entsprechend der im Abschnitt I-3.3.6 aufgeführten Kriterien für die Auswahl von Atemschutzgeräten (BGR 190) müssten bei stärkerer Auslegung partikelfiltrierende Halbmasken der Kategorie FFP3 zum Schutz gegen luftgetragene biologische Arbeitsstoffe verwendet werden. Allerdings ist zu bedenken, dass die relevanten Mikroorganismen und Endo- wie Mykotoxine in der Regel nicht frei, sondern gebunden an Partikel vorkommen und die Lösung von diesen unwahrscheinlich ist. Vor diesem Hintergrund scheint die Empfehlung partikelfiltrierender Halbmasken der Kategorie FFP2 (für besseren Tragekomfort mit Ausatemventil) gerechtfertigt zum Schutz vor luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen bei allen landwirtschaftlichen Tätigkeiten, bei denen organische Stäube auftreten. Auf der Grundlage der zusammengestellten epidemiologischen Befunde sowie der vorgestellten Messwerte gilt dies für die landwirtschaftliche Nutztierhaltung (eigene und Literaturangaben) und den Pflanzenbau (Literaturangaben), wenn die Staubexposition nicht durch andere Maßnahmen verhindert werden kann.

Die Angabe eines Staubgrenzwertes für das verpflichtende Angebot von Masken durch den Arbeitgeber fällt in diesem Zusammenhang schwer. Zwar liegen, wie geschildert, Befunde vor, aus denen ein LOAEL für organische landwirtschaftliche Aerosole von 2,5-4,0 mg/m³ abgeleitet wird (vgl. Abschnitt I-3.3.5). Vor dem Hintergrund der nicht nur toxischen, sondern auch allergisierenden Wirkung der luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe in der Landwirtschaft, sollte jedoch das Minimierungsgebot nach BioStoffV und TRGS 540 in jedem Fall dahingehend umgesetzt werden, dass Beschäftigte in der Landwirtschaft partikelfiltrierende Halbmasken der Kategorie FFP2 benutzen.

Große Bedeutung kommt der arbeitsmedizinischen Vorsorge im Hinblick auf die biologischen Belastungen der Beschäftigten in der Landwirtschaft zu. Ihr Umfang muss sich an den aufgezeigten Belastungen orientieren und wird zukünftig durch die TRBA 300 konkretisiert werden. Beratung, Untersuchung und mögliche Impfangebote sollten das Spektrum der auf die inhalativen Belastungen und Infektionsrisiken zurückzuführenden Beanspruchungsreaktionen berücksichtigen. Auf der Grundlage der bereits zur Verfügung stehenden Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für die arbeitsmedizinische Vorsorge können der G23 („Obstruktive Atemwegserkrankungen“) und der G42 („Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung“) herangezogen werden, um den erforderlichen Untersuchungsumfang zu definieren. Die zusätzliche Anwendung des G24 („Hautbelastung“) ist sinnvoll. Eine weitere Hilfestellung für die Durchführung der arbeitsmedizinischen Untersuchung stellt die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin „Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen bei Belastung durch atembaren alveolengängigen Staub (A-Staub)“ dar.³⁶¹ Diese nennt einen Staubexpositionsgrenzwert von 3mg/m³ (A-Staub) als Anlass für die Durchführung der Untersuchung. Bei Stäuben von Gefahrstoffen, für die Luftgrenzwerte existieren sollen die entsprechenden arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen erfolgen. Eine Konkretisierung im Hinblick auf die Exposition gegenüber organischen Stäuben mit allergisierender oder toxischer Wirkung erfolgt in der Leitlinie nicht. Auf der Grundlage der vorgestellten Messergebnisse sind Überschreitungen des in der Leitlinie genannten Staubexpositionsgrenzwertes im Bereich der Bodenhaltung von Legehennen wahrscheinlich, beim Einstreuen von Stallungen mit

z.B. Stroh möglich. Berücksichtigt werden muss jedoch in jedem Fall die Expositionszeit bei einzelnen Tätigkeiten.

Mit Blick auf die Infektionsgefährdung in der Landwirtschaft sollte die Beratung und Untersuchung der Beschäftigten durch Impfangebote ergänzt werden. Diese haben laut Verordnungstext der BioStoffV (§15) zu erfolgen, wenn die Beschäftigten dem Krankheitserreger „ausgesetzt sein können“ und ein „wirksamer Impfstoff zur Verfügung“ steht. Im Entwurf der TRBA 300³⁶² wird konkretisiert, dass Impfungen durch den Arbeitgeber anzubieten sind, wenn der Krankheitserreger „tätigkeitsspezifisch“ auftritt und die Beschäftigten „im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung ein erhöhtes Infektionsrisiko“ haben. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen zu zeckenbedingten Erkrankungen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgestellt wurden belegen, dass diese Kriterien im Bereich der Landwirtschaft für die zeckenbedingten Erkrankungen FSME und Borreliose gelten. Weiterhin sind sie für alle ausschließlich im Kontakt mit infizierten Nutztieren übertragbaren Erkrankungen (z.B. Orf, Maul- und Klauenseuche) oder die Tollwut anzunehmen. Der unverzichtbare Tetanus-Impfschutz dagegen fällt in den allgemeinärztlichen Zuständigkeitsbereich. Zur Erfassung des mit Ratten und Mäusen assoziierten Infektionsrisikos durch Leptospiren und Hantaviren sind epidemiologische Studien erforderlich. Im Hinblick auf die Hantavirus-Infektionen wurde ein Forschungsprojekt von der BAuA angeregt³⁶³.

Generell bleibt festzuhalten, dass bei der Umsetzung der BioStoffV für die Durchführung von Impfungen und weiterer präventiver Maßnahmen zwar die „erhöhte“ Infektionsgefahr nachgewiesen werden muss, nicht aber ein „wahrscheinlicher“ Zusammenhang zwischen Tätigkeit und Infektionsgefahr, wie es für die Anerkennung einer Berufskrankheit notwendig wäre.

Bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen in der Landwirtschaft muss im Hinblick auf die biologischen Belastungen der Beschäftigten stets besonderes Augenmerk auf vorbestehenden oder neu aufgetretenen Beschwerden und Erkrankungen von Seiten der Atemwege oder des Immunsystems gerichtet werden.

Einschränkungen im Bereich der Atemwege (z.B. Asthma bronchiale, chronisch obstruktive Bronchitis, klinisch manifeste irreversible bronchiale Hyperreagibilität) oder mit dauerhafter Einschränkung der cardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit können zur Äußerung dauernder gesundheitlicher Bedenken gegen eine Tätigkeit mit Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen führen. Alternativ ist – je nach klinischem Bild – eine weitere Berufstätigkeit unter Verwendung einer partikelfiltrierenden Halbmaske oder eines belüfteten Helms zu erwägen. Hierbei kann es zu einer klinisch und immunologisch fassbaren Besserung der Beschwerden kommen.³⁶⁴

Im Hinblick auf Störungen des Immunsystems lassen experimentelle Befunde und Kasuistiken die besondere Bedeutung einer immunsuppressiven Therapie bzw. den Zustand nach Transplantation erkennen. So verlief die experimentelle Orf-Virus-Reinfektion bei mit Cyclosporin A-behandelten Lämmern klinisch schwerer als bei unbehandelten Kontrollen.³⁶⁵ In Kasuistiken wurde von Patienten nach Nierentransplantation berichtet, bei denen es unter der Immunsuppression zu schwerem, wiederholt rückfällig Orf^{366 367}, zu einer ausgeprägten Neuroborreliose³⁶⁸ bzw. einer klinisch schwer verlaufenden Infektion mit *Babesia microti* kam^{369 370}, einem Protozoon, das beim Menschen nur selten zu Erkrankungen (in der Regel Anämie) führt.³⁷¹ Die besondere Bedeutung der B.b.-Infektion für herztransplantierte Patienten verdeutlichte die Beobachtung, dass die verminderte T-Zell-Zahl unter immunsuppressiver Therapie zu einem klinisch schweren Verlauf der Lyme Carditis mit Gefahr des Transplantatverlustes einher gehen kann.³⁷²

Immunsupprimierte Patienten müssen über die besonderen Infektionsrisiken auch durch Zoonosen aufgeklärt werden. Hierzu gehört auch, bei immunsupprimierten Patienten - abweichend von den Empfehlungen für die gesunde Allgemeinbevölkerung - eine Chemoprophylaxe nach Zeckenstich zu erwägen. Aus arbeitsmedizinischer Sicht ist die Äußerung von Bedenken gegen die Ausführung bestimmter Tätigkeiten zu bedenken. Der mögliche Umfang der arbeitsmedizinischen Untersuchung nach BioStoffV im Bereich der Landwirtschaft ist nachfolgend tabellarisch zusammengefasst (Tabelle IV-4.1).

Über den Aspekt des Arbeitsschutzes hinaus leistet die arbeitsmedizinische Vorsorge nach BioStoffV auch einen Beitrag zu Hygiene und Produktsicherheit im Bereich der landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion: Durch Aufklärung, Beratung, arbeitsmedizinische Untersuchungen und Impfangebote kann der Übertragung von Infektionskrankheiten auf den Verbraucher wirksam vorgebeugt werden. Zusätzlich können Infektionsketten, in denen der Mensch tierpathogene Krankheitserreger innerhalb des Tierbestandes weiterträgt (vgl. Tabelle A2 im Anhang), unterbrochen werden.

Unverzichtbar im Hinblick auf eine bessere Implementierung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes in die landwirtschaftliche Praxis ist die Aufklärung der Landwirte. Am Beispiel des im Rahmen der vorliegenden Arbeit befragten Kollektivs wurde deutlich, dass den inhalativen Belastungen und v.a. der Möglichkeit von Atemwegsbeschwerden im Vergleich zu den körperlichen Anforderungen und muskuloskeletalen Erkrankungen eine deutlich geringere Bedeutung zugemessen wird. Auch erklärt diese subjektive Bewertung den nur geringen Gebrauch von „Staubmasken“. Im Gegensatz zu dem vorliegend befragten Kollektiv wurde unter 100 Schweinehaltern, die unter tätigkeitsbezogenen Atemwegsbeschwerden litten, von mehr als der Hälfte (52%) der regelmäßige Gebrauch einer Staubmaske bei der Arbeit angegeben.¹⁹²

Gute Möglichkeiten für eine an den Bedürfnissen der Landwirte ausgerichtete Aufklärung stellen Sonderhefte landwirtschaftlicher Fachzeitschriften oder berufsspezifischer Internetportale dar. Als Beispiel sei ein Heft der US-amerikanischen Zeitschrift „National Hog Farmer“ genannt, das sich schon im Frühjahr 1990 unter dem Titel „Your Health – The risks of confinement“ umfassend den tätigkeitsbezogenen Gesundheitsrisiken und ihrer Prävention widmete. In Deutschland wurde im Rahmen des Internetangebots von „animal-health-online“ über die Infektionsgefahr durch *Streptococcus suis* informiert.³⁷³ Auch Tierärzte können als Multiplikatoren angesprochen werden, da sie über apparetive Infektionen in den Tierbeständen und die hygienische Situation auf den einzelnen Betrieben in der Regel gut informiert sind.

Untersuchung / Anamnese	Beratung	Impfung
<p>Anamnese:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Allgemeine Anamnese <ul style="list-style-type: none"> • (einschließlich Raucheranamnese) • Immunsuppression (aktuell, früher) • Infektionserkrankungen, Berufskrankheiten, MdE ➤ Arbeitsanamnese: <ul style="list-style-type: none"> • Früher: Tätigkeiten (Atemwege ?) • Aktuell: Tätigkeiten, Exposition • (auch außerhalb Landwirtschaft) • andere atemwegsrelevante Belastungen ➤ Beschwerden: <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Beschwerden (Atemwege, systemisch) • Tätigkeitsbezogene Beschwerden (mit/ohne Intervall) <p>Untersuchung</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Körperliche Untersuchung ➤ Spirometrie*, Kreislauforgane ➤ Infektionsserologie / Allergiediagnostik in Abhängigkeit von Anamnese und Untersuchungsbefund 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Allgemeine Hygienemaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Schmierinfektionen • Vermeidung von durch direkten Kontakt übertragbaren Erkrankungen ➤ Technische / organisatorische Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Staubminimierung • Kein direkter Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen (wo möglich) • Möglichst kurze Expositionzeiten • Leicht zu reinigende Stallungen, Schadnagerbekämpfung • Qualität der eingesetzten Arbeitsmittel (Futter, Einstreu) ➤ Persönliche Schutzausrüstung <ul style="list-style-type: none"> • Partikelfiltrierende Halbmaske FF2 • Geschlossene Kleidung, Repellentien (Zecken!) • Bei Erkrankungen im Tierbestand: Schutanzug, Handschuhe (vgl. TRBA 230) ➤ Umsetzung Hautschutzplan ➤ Früherkennung möglicher Erkrankungen ➤ Besondere Gefährdungen der Kinder auf dem Hof (z.B. EHEC) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ allgemein: <ul style="list-style-type: none"> • Tetanus ➤ In Abhängigkeit von der lokalen Epidemiologie: <ul style="list-style-type: none"> • Tollwut • FSME ➤ In Abhängigkeit von epidemiologischen Befunden: <ul style="list-style-type: none"> • Leptospira interrogans** <p>** Impfstoff derzeit in Deutschland nicht zugelassen</p>

*Die Eignung der spirometrischen Untersuchung zur Früherkennung von Atemwegserkrankungen bei Beschäftigten in der Landwirtschaft ist auf der Grundlage der bisher veröffentlichten Studien nicht grundsätzlich anzunehmen.

Tabelle IV-4.1.: Umfang und Kriterien der Arbeitsmedizinischen Vorsorge nach BioStoffV in der Landwirtschaft, in Anlehnung an: G23, G24 und G42 sowie Leitlinie „Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen bei Belastung durch atembaren alveolengängigen Staub“

IV-5. Ausblick

Biologische Belastungen sind in vielen Bereich der Arbeitswelt von großer Bedeutung. Auch wenn die Übertragungswege und epidemiologischen wie auch ätiopathogenetischen Besonderheiten vieler Infektionserreger bekannt und aufgeklärt sind, ist für den Bereich der Landwirtschaft die weitere Differenzierung tätigkeitsspezifischer Infektionsgefahren notwendig.

- In seroepidemiologischen Studien können Infektionsrisiken der landwirtschaftlich Beschäftigten im Vergleich zur nicht-exponierten Allgemeinbevölkerung erfasst werden.
- Über die Analyse spontaner oder regional epidemisch auftretender Infektionen mit darmpathogenen Krankheitserregern kann das Risiko für Landwirte quantifiziert werden, sich beim Umgang mit (inapparent) infizierten Tieren über Schmierinfektionen Erkrankungen zuzuziehen.
- Über die Erfassung der Durchseuchung von Tierbeständen ist die Abbildung des Infektionsrisikos für den Menschen möglich. Hierbei dienen Tiere als Indikatoren (z.B. vektor-übertragene Krankheitserreger) oder stellen die Infektionsquelle für den Menschen dar (z.B. Trichophythie, pathogene Darmkeime).

Weiterer Forschungsbedarf besteht auch im Hinblick auf die Belastung der Beschäftigten in der Landwirtschaft gegenüber der allergisierend und v.a. der toxisch wirkenden Arbeitsstoffe.

- In erster Linie gilt dies für die vertiefende Untersuchung einer möglichen Dosis-Wirkungs-Beziehung der Endotoxine im Bereich der Atemwege. Zur Abgrenzung der durch Endotoxine verursachten immunologischen Prozesse von durch Mikroorganismen oder Schadgasen hervorgerufenen Reaktionsmuster sollten sich derartige Forschungsvorhaben auf Tätigkeitsbereiche konzentrieren, in denen die Endotoxinexposition der Beschäftigten bei weitem im Vordergrund steht. Untersuchungen zu möglichen Dosis-Wirkungs-Beziehungen im Bereich der Landwirtschaft können dagegen die Effekte aufgrund der für Getreide- oder Stallstaub typischen Mischexposition betrachten. Als Untersuchungsparameter zur Erfassung immunologischer Veränderungen nach Exposition gegenüber luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen können Leukozyten und Zytokine aus Blut und Nasallavage herangezogen werden.
- Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der in der Landwirtschaft zu erwartenden Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen, seien dies Infektionserreger oder luftgetragene Stoffe mit toxischer oder allergisierender Wirkung. Seroepidemiologische Studien können zur Beschreibung tätigkeitsspezifischer Infektionsrisiken ebenso eingesetzt werden, wie die Analyse sporadisch oder epidemiisch auftretender Erkrankungsfälle. Über die vergleichende Beschreibung der Epidemiologie von Atemwegserkrankungen wie Asthma bronchiale, chronischer (obstruktiver) Bronchitis oder hyperreagiblem Bronchialsystem kann die Wirkung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe beschrieben werden. In jedem Fall sollten epidemiologische Ansätze arbeitswissenschaftliche Daten einbeziehen, auf deren Grundlage Aussage zu tätigkeitsbedingten Risikofaktoren (Produktionsweise, Haltungsformen etc.) ermöglicht werden.
- Das Wissen um das Spektrum der in der Landwirtschaft möglichen Exposition muss erweitert werden. Während im Hinblick auf die Staub- und Ammoniakbelastung bereits viele Daten aus z.B. der Erprobung neuer Tier-Haltungsformen vor-

liegen, die im Hinblick auf die Tierhygiene und Tiergesundheit gewonnen wurden, fehlen entsprechende Angaben zur biologischen Belastung. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass standardisierte Messverfahren (TRBA, BIA) zur Anwendung kommen, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

- Sollen auf der Grundlage epidemiologischer Daten Grenzwerte im Sinn des für die Kompostieranlagen veröffentlichten Technischen Kontrollwertes für die Landwirtschaft abgeleitet werden, ist es erforderlich, die Charakteristika einzelner Staubarten (Staub aus Schweinehaltung, Staub aus Milchviehhaltung etc.) und die Variablen zu kennen, die die Staubzusammensetzung (Keimgehalt, Endo-, Mykotoxingehalt) beeinflussen.
- Wichtig ist zudem die Erfassung der Konzentration des Gesamtstaubes wie auch der alveolengängigen Staubfraktion in einzelnen Tätigkeitsbereichen. Zudem sollte die Konzentration biologischer Arbeitsstoffe in den einzelnen Staubfraktionen (E-Staub, A-Staub) beschrieben sowie ihr möglicher Einfluss auf die immunologischen oder klinisch fassbaren Effekte in den verschiedenen Etagen der Atemwege untersucht werden.
- Die Variabilität der Staubzusammensetzung in bezug auf die biologische Belastungen sollte bezogen auf einzelne Tätigkeitsbereiche untersucht werden. Auf der Grundlage der gewonnenen Daten kann dann die Möglichkeit überprüft werden, aus der kontinuierlichen / intermittierenden Partikelmessung Aussagen über die biologische Belastung abzuleiten.

Weiterer Forschungsbedarf wurde von NOWAK ET AL. bereits 1998¹⁵² skizziert unter anderem im Hinblick auf

- die Prognose des ODTs bzw. seines rezidivierenden Auftretens,
- die Entwicklung von Verfahren zur Erfassung der Beanspruchungsreaktionen des Organismus,
- die Auswirkungen der beruflichen Endotoxinexposition bei Asthmapatienten,
- die Adaptation an die Endotoxinwirkung und
- die Beschreibung von Risikofaktoren für die langfristige Entwicklung von Lungenfunktionseinschränkungen.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Breite des Spektrums und das Ausmaß der biologischen Belastungen der Beschäftigten in der Landwirtschaft aufgezeigt und Moderatoren der Exposition differenziert. Auf der Grundlage der zusammengestellten Daten ist anzunehmen, dass viele der unter dem Stichwort „Agrarwende“ diskutierten Veränderungen in der landwirtschaftlichen Produktion und v.a. in der Nutztierhaltung mit einer Erhöhung der biologischen Belastungen für die Beschäftigten einher gehen werden. Neben der höheren Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe, kann hierbei auch das Infektionsrisiko zunehmen, sei es durch Schmierinfektionen aufgrund schlechterer Stallhygiene (Verwendung von Einstreu), sei es durch häufigeren Kontakt zu den Nutztieren oder eine größere Vektordichte im Hinblick auf z.B. Zecken oder Nager.

Es ist folglich unabdingbar, dass die Fragen des Arbeitsschutzes (und des Klima- und Umweltschutzes) gleichrangig neben die Berücksichtigung des Tierschutzes gestellt werden. In den Fällen, in denen Tier- und Arbeitsschutz nicht parallel gehen, müssen verstärkt Arbeitsschutzmaßnahmen evaluiert und implementiert werden.

Die vorliegenden Befunde können jedoch auch Anstoß sein, die Voraussetzung für die Einführung von als „artgerecht“ (im Hinblick auf das Verhalten der Tiere) diskutierten Haltungsbedingungen unter Berücksichtigung der Tierhygiene und Menschengesundheit zu betrachten. Die Minderung mancher Infektionsgefahr (durch weniger Massentierhaltung) sollte nicht durch ein Mehr an Atemwegsbelastung für Tier und Mensch und schlechtere Stallhygiene z.B. durch die Verwendung von Einstreu bei fehlender Veränderung der Stallreinigungs- und Belüftungssysteme erkauft werden.

Die Erfassung eines möglichen Einflusses auf die Gesundheit der Beschäftigten wie auch die Evaluierung von an die Produktionsbedingungen der „neuen Landwirtschaft“ angepassten Arbeitsschutzmaßnahmen auf allen Ebenen, d.h. technisch, organisatorisch und persönlich, ist Aufgabe der arbeitsmedizinischen und sicherheitstechnischen Forschung. Die Umsetzung von Schutzmaßnahmen wird nicht zuletzt mit einem verbesserten Verbraucherschutz einher gehen. Aus diesem Grund sollte zum einen eine entsprechende Erweiterung des im September 2001 veröffentlichten „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“³⁷⁴ angestrebt werden. Zum anderen sollte darauf hingewirkt werden, dass die aus Sicht des Arbeitsschutzes umzusetzenden Sicherheitsmaßnahmen bei der Formulierung der „Besten Verfügbaren Technik (BVT) in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung“³⁷⁵ berücksichtigt werden.

Kapitel V – Verzeichnis der verwendeten Literatur

- ¹ Anonymous: Regierungserklärung zur neuen Verbraucherschutz- und Landwirtschaftspolitik, Rede der Bundesministerin für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft Frau Renate Künast am Donnerstag, 8. Februar 2001, 9.00 Uhr, im Deutschen Bundestag, aus: Pressedienst Nr. 6/7 des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, 12.02.2001, <http://www.verbraucherministerium.de/pressedienst/pd2001-06-07.htm>
- ² Anonymous: Große Allianz für einheitliches Ökosiegel, aus: Pressedienst Nr. 22 des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, <http://www.verbraucherministerium.de/pressedienst/pd2001-22.htm>
- ³ Anonymous: Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutztV) vom 25. Oktober 2001, BGBI. 2001 Teil I Nr. 54, 2758-2762.
- ⁴ Anonymous: Neue Verordnung zur Hennenhaltung: Käfigbatteriehaltung in Deutschland nur noch übergangsweise zulässig, aus: Pressedienst Nr. 43 des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, <http://www.verbraucherministerium.de/pressedienst/pd2001-43-hennen.htm>
- ⁵ Anonymous: Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit, ArbSchG - Arbeitsschutzgesetz, 7. August 1996, BGBI. I 1996, 1246, (Änderungen: BGBI 1996, 1479; BGBI. 1997, 594; BGBI. 1997, 2970; BGBI. 1998, 3849; BGBI. I, 2000, 1983; BGBI. I, 2000, 2048).
- ⁶ Anonymous: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, Biostoff-Verordnung vom 27. Januar 1999, BGBI. I, 1999, 50-60, (Änderungen: BGBI. I, 1999, 2059).
- ⁷ Anonymous: Richtlinie 2000/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. September 2000 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (Siebte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) vom 10. Oktober 2000, (ersetzt 90/679/EWG), Amtsblatt nr. L 262 vom 17/10/2000, 21-45.
- ⁸ Anonymous: Pressemitteilung Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, 15.03.1999.
- ⁹ Linsel, G.: Bioaerosole – Entstehung und biologische Wirkung, Beitrag für den Workshop "Sicherer Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen und Zytostatika" am 12./13.03.2001 in Braunschweig, <http://www.baua.de/info/fachzeit/bioaerosol.htm>
- ¹⁰ Anonymous: Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe: Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (TRBA 400), Ausgabe August 2001, BArBBl., 08/2001, 89.
- ¹¹ Anonymous: Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe: Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindeststandards (TRBA 500), Ausgabe März 1999, BArBBl., 6/1999, 81.
- ¹² Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für die arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen: arbeitsmedizinische Vorsorge, Gentner-Verlag, Stuttgart, 1997.
- ¹³ Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) (Hrsg.): Die Biostoffverordnung (BioStoffV) – Handlungshilfe für den Staatlichen Arbeitsschutz, LASI, Wiesbaden, 2000, 29-33.
- ¹⁴ Berufsgenossenschaftliche Zentrale für Sicherheit und Gesundheit, Ausschuss Arbeitsmedizin, Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach

-
- dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 42 "Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung", BGI 504-42, 1998.
- ¹⁵ Kretzschmar, H.A.: BSE und die neue Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit, Dt. Ärzteblatt, 98, 2001, A 2576-2583.
- ¹⁶ Prusiner, S.B.: Shattuck lecture – neurodegenerative diseases and prions, N Engl J Med, 344, 2001, 1516-1526.
- ¹⁷ Krauss, H., Weber, A., Enders, B., Schiefer, H.G., Slenczka, W., Zahner, H.: Zoonosen – von Tier zu Mensch übertragbare Infektionskrankheiten, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 1997, Kapitel 5: Mit Prionen assoziierte Zoonosen, 349-351.
- ¹⁸ Dinter, P.S., Müller, W.: Untersuchungen über die Tenazität von luftgetragenen Mikroorganismen – Simulation verschiedener atmosphärischer Einflußgrößen - Mikrofadenmethode, Forschungsbericht aus der Wehrmedizin, Dokumentations- und Fachinformationszentrum der Bundeswehr (DOKFIZBw) im Auftrag des Bundesministers der Verteidigung, Bonn, 1990.
- ¹⁹ Westphal, O.: Endotoxin: General Introduction, in: Homma, J.Y., Kanegasaki, S., Lüderitz, O., Shiba, T., Westphal, O. (Hrsg.): Bacterial Endotoxin – Chemical, Biological and Clinical Aspects, Verlag Chemie, Weinheim, 1984, 1-8.
- ²⁰ Rietschel, E.T., Brade, L., Schade, U., Seydel, U., Zähringer, U., Loppnow, H., Flad, H.D., Brade, H.: Bacterial endotoxins: Relationship between chemical structure and biological activity, in: Gregoridias, G., Allison, A.C., Poste, G. (Hrsg.): Immunological adjuvants and vaccines, Plenum Press, New York, 1989, 61-74.
- ²¹ Henderson, B., Poole, S., Wilson, M.: Lipopolysaccharid: Structure and function, in: Bacteria-Cytokine Interactions in Health and Disease, Portland Press Ltd., London – Miami, 1998, 143.
- ²² Homma, J.Y., Kanegasaki, S., Lüderitz, O., Shiba, T., Westphal, O. (Hrsg.): Bacterial Endotoxin – Chemical, Biological and Clinical Aspects, Verlag Chemie, Weinheim, Deerfield Beach, Basel, 1984, 11& 40.
- ²³ Kayser, F.H., Bienz, K.A., Eckert, J., Lindenmann, J.: Medizinische Mikrobiologie – Immunologie, Bakteriologie, Mykologie, Virologie, Parasitologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1989, 78.
- ²⁴ Henderson, B., Poole, S., Wilson, M.: Bacteria-Cytokine Interactions in Health and Disease, Portland Press, London, Miami, 1998, 138.
- ²⁵ Mason, C.M., Dobard, E., Summer, W.R., Nelson, S.: Intraportal lipopolysaccharide suppresses pulmonary antibacterial defense mechanisms, J Infect Dis, 176, 1997, 1293-1302.
- ²⁶ Bahrami, S., Schlag, G., Yao, Y.M., Redl, H.: Significance of translocation / endotoxin in the development of systemic sepsis following trauma and / or hemorrhage, in: Lewin, J., Alving, C.R., Munford, R.S., Redl, H. (Hrsg.): Bacterial Endotoxins, Lipopolysaccharids from Genes to Therapy, Proceedings of the third conference of the International Endotoxin Society, Wiley-Liss, Inc., New York, 1995, 197-208.
- ²⁷ Müller-Ruchholtz, W.: Infektion und Infektionskrankheit, in: Otte, H.J., Brandis, H. (Hrsg.): Lehrbuch der Medizinischen Mikrobiologie, Gustav Fischer Verlag Stuttgart New York, 1978, 15-26.
- ²⁸ Goto, H., Rylander, R.: Kinetics of inhaled lipopolysaccharides in guinea-pig, J Lab Clin Med, 110, 1987, 287-291.
- ²⁹ Rylander, R.: Endotoxins in the Environment, in: Lewin, J., Alving, C.R., Munford, R.S., Redl, H. (Hrsg.): Bacterial Endotoxins, Lipopolysaccharids from Genes to Therapy, Proceedings of the third conference of the International Endotoxin Society, Wiley-Liss, Inc., New York, 1995, 79-90.
- ³⁰ van Helden, H.P., Kuijpers, W.C., Steenvoorden, D., Go, C., Bruijnzeel, P.L., van Eijk, M., Haagsman, H.P.: Intratracheal aerosolization of endotoxin (LPS) in the rat: a

-
- comprehensive animal model to study adult (acute) respiratory distress syndrome, *Exp Lung Res*, 23, 1997, 297-316.
- ³¹ Van Rozendaal, B.A., van de Lest, C.H., van Eijk, M., van Golde, L.M., Voorhout, W.F., van Heden, H. P., Haagsman, H.P.: Aerosolized endotoxin is immediately bound by pulmonary surfactant protein D in vivo, *Biochim Biophys Acta*, 1454, 1999, 261-269.
- ³² Howell, R.E., Jenkins, L.P., Howell, D.E.: Inhibition of lipopolysaccharide-induced pulmonary edema by isozyme-selective phosphodiesterase inhibitors in guinea pigs, *J Pharmacol Exp Ther*, 275, 1995, 703-709.
- ³³ Essen, von S., Robbins, R.A., Thompson, A.B., Rennard, S.I.: Organic dust toxic syndrome: an acute febrile reaction to organic dust exposure distinct from hypersensitivity pneumonitis, *J Toxicol Clin Toxicology*, 28, 1990, 389-420.
- ³⁴ Tulic, M.K., Wale, J.L., Holt, P.G., Sly, P.D.: Modification of the inflammatory response to allergen challenge after exposure to bacterial lipopolysaccharide, *Am J Respir Cell Mol Biol*, 22, 2000, 604-612.
- ³⁵ von Mutius, E., Martinez, F.D., Fritsch, C., Nicolai, T., Roell, G., Thiemann, H.H.: Prevalence of asthma and atopy in two areas of west and east Germany, *Am J Resp Crit Care Med*, 149, 1994, 358-364.
- ³⁶ Rylander, R.: Environmental exposures with decreased risk for lung cancer?, *Int J Epidemiol*, 19, 1990, S67-S72.
- ³⁷ Mastrangelo, G., Marzia, V., Marcer, G.: Reduced Lung Cancer Mortality in Dairy Farmers: is Endotoxin Exposure the Key Factor?, *Am J Ind Med*, 30, 1996, 601-609.
- ³⁸ Wan, G.H., Li, C.S., Lin, R.H.: Airborne endotoxin exposure and the development of airway antigen-specific allergic responses, *Clin Exp Allergy*, 30, 2000, 426-432.
- ³⁹ Goldsmith, C.A., Hamada, K., Ning, Y., Qin, G., Catalano, P., Krishna Murthy, G.G., Lawrence, J., Kobzik, L.: Effects of environmental aerosols on airway hyperresponsiveness in a murine model of asthma, *Inhal Toxicol*, 11, 1999, 981-998.
- ⁴⁰ Braun-Fahrlander, C., Gassner, M., Grize, L., Neu, U., Sennhauser, F.H., Varonier, H.S., Vuille, J.C., Wuthrich, B.: Prevalence of hay fever and allergic sensitization in farmers' children and their peers living in the same rural community, *Clin Exp Allergy*, 29, 1999, 28-34.
- ⁴¹ Ehrenstein, von O., Mutius, von E., Illi, S., Baumann, L., Böhm, O., Kries, von R.: Reduced risk of hay fever and asthma among children of farmers, *Clin Exp Allergy*, 30, 2000, 187-193.
- ⁴² Riedler, J., Eder, W., Oberfeld, G., Schreuer, M.: Austrian children living on a farm have less hay fever, asthma and allergic sensitisation, *Clin Exp Allergy*, 30, 2000, 194-200.
- ⁴³ Baldini, M., Lohman, I.C., Halonen, M., Erickson, R.P., Holt, P.G., Martinez, F.D.: A polymorphism in the 5'-flanking region of the CD14 gene is associated with circulating soluble CD14 levels and with total serum IgE, *Am J Respir Cell Mol Biol*, 20, 1999, 976-983.
- ⁴⁴ Mutius, von E., Braun-Fahrlander, C., Schierl, R., Riedler, J., Ehlermann, S., Maisch, S., Waser, M., Nowak, D.: Exposure to endotoxin or other bacterial components might protect against the development of atopy, *Clin Exp Allergy*, 30, 2000, 1230-1234.
- ⁴⁵ Fogelmark, B., Sjöstrand, M., Rylander, R.: Pulmonary inflammation induced by repeated inhalations of β -1, 3-glucan and endotoxin, *Int J Exp Path*, 75, 1994, 85-90.
- ⁴⁶ Bang, F.B.: A bacterial disease of *Limulus polyphemus*, *Bull Johns Hopkins Hosp*, 98, 1956, 325-351.
- ⁴⁷ Rylander, R., Bake, B., Fischer, J.J., Helander, I.M.: Pulmonary function and symptoms after inhalation of endotoxin, *Am Rev Resp Dis*, 140, 1989, 981-986.

-
- ⁴⁸ Binding, N., Czeschinski, P.A., Bletz, S., Ulyne, U., Witting, U.: Quantifizierung von bakteriellen Lipopolysacchariden (Endotoxin) mit Hilfe der Gaschromatographie/Massenspektrometrie-Kopplung, Poster auf der 41. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin e.V., 25.-28.April 2001, Erlangen, in: Drexler, H., Broding, H.C.: Kurzfassung der Beiträge, P4, 36.
- ⁴⁹ Krahmer, M., Fox, K., Fox, A., Saraf, A., Larsson, L.: Total and viable airborne bacterial load in tow different agricultural environments using gas chromatography-tandem mass spectrometry and culture: a prototype study, Am Ind Hyg Assoc J, 59, 1998, 524-531.
- ⁵⁰ Hartung, T., Wendel, A.: Detection of Pyrogens Using Human Whole Blood, In Vitro Toxicology, 9, 1996, 353-359.
- ⁵¹ Fennrich, S., Wendel, A., Hartung, T.: New Applications of the Human Whole Blood Pyrogen Assay (PyroCheck), Altex, 16, 1999, 146-149.
- ⁵² Hartung, T., Aaberge, I., Berthold, S., Carlin, G., Charlton, E., Coecke, S., Fennrich S., Fischer, M., Gommer, M., Halder, M., Haslov, K., Jahnke, M., Montag-Lessing, T., Poole, S., Schechtmann, L., Wendel, A., Werner-Flemayer, G.: Novel Pyrogen Tests Based on the Human Fever Reaction, ATLA, 29, 2001, 99-123.
- ⁵³ Scheer, R.: Einführung, in: Scheer, R. (Hrsg.): Der Limulustest – Theorie und Praxis der Prüfung auf Pyrogene und Endotoxine, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1989, 13-17.
- ⁵⁴ Asanger, M.: Validierung des Limulustests, in: Scheer, R. (Hrsg.): Der Limulustest – Theorie und Praxis der Prüfung auf Pyrogene und Endotoxine, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1989, 61-74.
- ⁵⁵ Pfeiffer, M.: Prüfung medizinischer Einmalartikel und pharmazeutischer Rohstoffe mit dem Limulus-Amöbozyten-Lysat (LAL)-Test, in: Scheer, R. (Hrsg.): Der Limulustest – Theorie und Praxis der Prüfung auf Pyrogene und Endotoxine, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1989, 93-107.
- ⁵⁶ Anonymous: Verfahren zur Bestimmung der Endotoxinkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz – Probenahme mit Abscheidung auf Membranfiltern und Bestimmung durch den chromogen-kinetischen Limulustest (Kennzahl 9450) in : Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 19. Lfg. XI/97.
- ⁵⁷ Fischer, G., Schwalbe, R., Ostrowski, R., Dott, W.: Airborne fungi and their secondary metabolites on working places in a compost facility, Mycoses, 41, 1998, 383-388.
- ⁵⁸ Tilkes, F., Dott, W., Fischer, G., Grün, L., Harpel, S., Hartung, J., Keller, R., Koch, A., Linsel, G., Manns, A., Martens, W., Palmgren, U., Seidel, H.J.: Mikrobielle Luftverunreinigungen – Verfahren zur Erfassung und Diagnose von Endotoxinen, Mykotoxinen und MVOC, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 59, 1999, 205-208.
- ⁵⁹ Anonymous: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte (TRGS 900), Ausgabe Oktober 2000, BArbBl., 10/2000, 34-63, Ergänzungen: 4/2001, 56; 9/2001, 86.
- ⁶⁰ Anonymous: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe (TRGS 907), Ausgabe Dezember 1997, BArbBl., 12/1997, 65 und eingearbeitete Änderungen: BArbBl., 2/2000, 90.
- ⁶¹ Anonymous: Begründung zur Bewertung von Stoffen der TRGS 907, 12. Schimmelpilzhaltiger Staub, BArbBl., 1/98, 51.
- ⁶² Anonymous: Begründung zur Bewertung von Stoffen der TRGS 907, 14. Strahlpilzhaltiger Staub, BArbBl., 1/98, 52.
- ⁶³ Anonymous: Begründung zur Bewertung von Stoffen der TRGS 907, 2. Futtermittel- und Getreidesstäube, BArbBl., 1/98, 42.

-
- ⁶⁴ Anonymous: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Sensibilisierende Stoffe (TRGS 540), Ausgabe Februar 2000, BArBBl., 2/2000, 73.
- ⁶⁵ Niedersächsisches Sozialministerium: Anforderungen an sichere Arbeitsplätze in Wertstoffsortieranlagen. Entwurf zu Abschnitt B, Punkt 7 des Maßnahmenkatalogs: Durchführung arbeitsbezogener Messungen von Keimen und Endotoxinen (Stand 12/94), Eigenverlag, Hannover, 1994.
- ⁶⁶ LASI – Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik: LV 13 - Leitlinien für den Arbeitsschutz in biologischen Abfallbehandlungsanlagen, Eigenverlag, Wiesbaden, 1997.
- ⁶⁷ LASI – Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik: LV 15 - Leitlinien für den Arbeitsschutz in Abfallbehandlungsanlagen, Eigenverlag, Wiesbaden, 1998.
- ⁶⁸ Malmros, P., Sigsgaard, T., Bach, B.: Occupational Health Problems Due to Garbage Sorting, Waste Management Research, 10, 1992, 227 - 234.
- ⁶⁹ Rylander, R., Snella, M.C.: Endotoxins and the Lung: Cellular Reactions and Risk for Disease. Prog. Allergy, Karger, Basel, 33, 1983, 332-344.
- ⁷⁰ Popendorf, W.: Report on Agents, Am J Ind Med, 10, 1986, 251-259.
- ⁷¹ Castellan, R.M., Olenchock, S.A., Haninson, J.L., Millner, P.D., Cocke, J.B., Bragg, C.K., Perkins, H.H., Jacobs, R.R.: Acute bronchoconstriction induced by cotton dust: dose-related responses to endotoxin and other factors, Ann Int Med, 101, 1984, 157-163.
- ⁷² Lacey, J.: Airborne actinomycete spores as respiratory allergens., in: Schaal, K.P., Pulverer, G. (Hrsg.): Actinomycetes., Zbl. Bakt. Suppl. 11, 1981, 243–250.
- ⁷³ Rylander, R.: Lung Diseases Caused by Organic Dusts in the Farm Environment, Am J Ind Med, 10, 1986, 221-227.
- ⁷⁴ Steinberg, R.: Biologische Arbeitsstoffe in der Abwasserwirtschaft - Belastungen und Beanspruchungen von Beschäftigten in Arbeitsbereichen der Abwasserwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Gefährdung durch Biologische Arbeitsstoffe, Dissertation Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, ATV-DVWK (Hrsg.), GFA, Hennef, 2001, 353 –356.
- ⁷⁵ Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe: Anwendung von Meßverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 405), Ausgabe Mai 2001, BArBBl., 05/2001, 58.
- ⁷⁶ Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: Grenzwerteliste 2001 – Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit, BIA-Report 4/2001, Kapitel "Biologische Einwirkungen", Eigenverlag, St. Augustin, 2001, 188 -189.
- ⁷⁷ Anonymous: Bestimmung der Konzentration Biologischer Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz – Erster Ringversuch "Schimmelpilze" (Kennzahl 9427) in : Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 18. Lfg. IV/97.
- ⁷⁸ Averdiek, B., Deininger, C., Engelhart, S., Missel, T., Philipp, W., Riege, F.G., Schicht, B., Simon, R.: Bestimmung der Konzentration Biologischer Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz – Erster Ringversuch "Schimmelpilz; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 57, 1997, 129-136.
- ⁷⁹ Mims, C.A., Playfair, J.H.L., Roitt, I.M., Wakelin, D., Williams, R.: Medizinische Mikrobiologie, Gatermann, S. & Loos, M. (Hrsg. dt. Ausgabe), Ullstein Mosby, Berlin, Wiesbaden, 1996, 77-78.
- ⁸⁰ Diekershoff, K.H., Klein-Schneider, H., Kliemt, G., Meyer, von H.: Strukturwandel und Arbeitsbedingungen in der Landwirtschaft – Forschungs- und Handlungsfelder menschengerechter Arbeitsgestaltung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeits-

schutz, Forschungsberichtsreihe "Arbeit und Technik", Fb 606, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1989, 14.

⁸¹ Angaben des Landvolk-Verbandes Niedersachsen, zitiert nach: @grar.de Aktuell – Nachrichten aus Landwirtschaft, Umwelt- und Naturschutz, 09. August 2001, <http://dir.agrar.de/agrar.de>

⁸² Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML), Land- und Forstwirtschaft in Deutschland, Daten und Fakten, Eigenverlag, Bonn, Juni 2000, 24.

⁸³ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), Agrarbericht 2001, Eigenverlag, Bonn, 2001.

⁸⁴ Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML), Land- und Forstwirtschaft in Deutschland, Daten und Fakten, Eigenverlag, Bonn, Juni 2000, 19-21.

⁸⁵ Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML), Land- und Forstwirtschaft in Deutschland, Daten und Fakten, Eigenverlag, Bonn, Juni 2000, 23.

⁸⁶ Zehner, K.: Landwirtschaft, in: NRW-Lexikon, Politik, Gesellschaft, Wirtschaft, Recht, Kultur, 2. Auflage, Leske und Budrich, 2000. (www-Angebot der Landesregierung Nordrhein-Westfalen)

⁸⁷ Jürgens, W.W., Dupuis, H., Hammer, W.: Arbeitsplätze in der Landwirtschaft, in: Konietzko, J., Dupuis, H. (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, ecomed Verlag, Landsberg, 7. Erg. Lfg., 1992, Kapitel IV – 9.12.1, 1- 22.

⁸⁸ Jürgens, W.W., Braemer, M., Herborn, H.: Zur Beanspruchung in der industriemäßigen Tierproduktion – dargestellt anhand von Untersuchungen in Melkkarussells moderner Milchgewinnungsanlagen, Z. ges. Hyg., 27, 1981, 818-824.

⁸⁹ Jürgens, W.W., Braemer, M.: Arbeitsschwere und psychische Beanspruchung von Melkern- und Melkerinnen bei Arbeiten in verschiedenen Melkstandtypen, Agrartechnik, 32, 1982, 267-268.

⁹⁰ Anonymous: Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) TRGS 531 Gefährdung der Haut durch Arbeiten im feuchten Milieu (Feuchtarbeit), BArBBl. 9/1996, 1996, 65.

⁹¹ Statistisches Bundesamt, Mikrozensus 2000 – Leben und Arbeiten in Deutschland, <http://www.statistik-bund.de/presse/deutsch/pk/2001/mikro2000b.htm>

⁹² Bünger, J., Möller, A., Hallier, E.: Tumorerkrankungsrisiken durch Mikroorganismen am Arbeitsplatz, Fb 900 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 2000, 50-52 und 93-98.

⁹³ World Health Organization (WHO): Zoonoses. WHO Technical Report Series 169, Genf, 1959.

⁹⁴ Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten beim Menschen (Bundes-Seuchengesetz – BSeuchG) i.d. F. der Bekanntmachung der Neufassung des Bundesseuchengesetzes vom 18. Dezember 1979 (BGBl. I, 1979, 2262) berichtigt am 5. Februar 1980, BGBl I, 2980, 151, zuletzt geändert durch Artikel 2 §37 des Gesetzes zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG) vom 20. Juli 2000 (Artikel 1 des Gesetz zur Neuordnung seuchenrechtlicher Vorschriften, Seuchenrechtsneuordnungsgesetz – SeuchRNeuG), BGBl. I, 2000, 1045-1071.

⁹⁵ Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG) vom 20. Juli 2000 (Artikel 1 des Gesetz zur Neuordnung seuchenrechtlicher Vorschriften, Seuchenrechtsneuordnungsgesetz – SeuchRNeuG), BGBl. I, 2000, 1045-1071.

⁹⁶ Hartung, M., BgVV, Berlin, persönliche Mitteilung.

⁹⁷ Tierseuchengesetz (TierSG) vom 20. Dezember 1995, BGBl. I, 1995, 2038, zuletzt geändert am 19. Februar 2001 (BGBl. I, 2001, 226).

-
- ⁹⁸ Verordnung über anzeigenpflichtige Tierseuchen in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. April 2001, BGBl. I, 2001, 547.
- ⁹⁹ Verordnung über die meldepflichtigen Tierseuchen vom 9. August 1983 (BGBl. I S. 1095) in der Fassung vom 11. April 2001, BGBl. I, 2001, 540.
- ¹⁰⁰ Hartung, M. (Hrsg.): Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 1999 – Übersicht über die Meldungen der Bundesländer, BgVV-Hefte 8/2000, BgVV Berlin, 2000.
- ¹⁰¹ Office International des Epizooties (OIE), Ergebnisse der online-Abfragen im Programm "HandiSTATUS II": <http://www.oie.int> – Basis: Berichte des OIE
- ¹⁰² RKI: Jahresstatistik ausgewählter meldepflichtiger Infektionskrankheiten 1999, Epidemiologisches Bulletin 14/2000, 2000, 121.
- ¹⁰³ RKI: Jahresstatistik 1999: Enteritis infectiosa nach wichtigen Erregern, Epidemiologisches Bulletin 16/2000, 2000, 131.
- ¹⁰⁴ RKI: Wichtige Infektionskrankheiten in Deutschland – zur Situation im Jahr 1999, Teil 1: Darminfektionen (Gastroenteritiden) – 1. Folge, Epidemiologisches Bulletin 23/2000, 2000, 183-187.
- ¹⁰⁵ RKI: Wichtige Infektionskrankheiten in Deutschland – zur Situation im Jahr 1999, Teil 1: Darminfektionen (Gastroenteritiden) – 2. Folge: Enterohämorrhagische Escherichia-coli-Infektionen (EHEC), Epidemiologisches Bulletin 34/2000, 2000, 271-275.
- ¹⁰⁶ RKI: Wichtige Infektionskrankheiten in Deutschland – zur Situation im Jahr 1999, Teil 4: Infektionen des Zentralnervensystems – 2. Folge, Epidemiologisches Bulletin 36/2000, 2000, 287-290.
- ¹⁰⁷ Strangmann, E.M.: Bakterielle Zoonosen als Risiko für oder Ursache von Gesundheitsstörungen bei Beschäftigten in der Schweinehaltung und in der schweinefleischverarbeitenden Industrie – Ein Beitrag zur Epidemiologie nicht meldepflichtiger Zoonosen, Dissertation Universität Bremen, Shaker-Verlag, Aachen, 1998.
- ¹⁰⁸ Bazala, E., Renda, J.: Latente Chlamydieninfektionen als Ursache von Gesundheitsstörungen bei Schweine-, Rinder- und Schafzüchtern in der CSFR. Berl Münch Tierärztl Wschr., 105, 1992, 145-149.
- ¹⁰⁹ Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe: Landwirtschaftliche Nutztierhaltung (TRBA 230), Ausgabe Juni 2000, BArbBl., 06/2000, 57.
- ¹¹⁰ Verordnung zur fleischhygienerechtlichen Untersuchung von geschlachteten Rindern auf BSE vom 1. Dezember 2000, BGBl I, 05.12.2000, 1659.
- ¹¹¹ Beschluss des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS) 602 "Spezielle Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Infektionen durch BSE-Erreger", BArbBl, 2001, 96.
- ¹¹² Aylin, P., Bunting, J., de Stavola, B., Coleman, M.P.: Mortality from dementia in occupations at risk of exposure to bovine spongiforme encephalopathy: analysis of death registrations, BMJ, 318, 1999, 1044-1045.
- ¹¹³ Kahl, O.: Die Zecke als Vektor, in: Süss, J. (Hrsg.): Durch Zecken übertragbare Erkrankungen: FSME und Lyme-Borreliose - 2. Potsdamer Symposium, Weller, Schriesheim, 1994, 1-19.
- ¹¹⁴ Blaskovic, D., Nosek, J.: The ecological approach to the study of tick-borne encephalitis, Progr med Virol, 14, 1972, 275-320.
- ¹¹⁵ Chmela, J.: On the developmental cycle of the common tick (*Ixodes ricinus* L.) in North-Moravian natural focus of tick-borne encephalitis, Folia Parasitol (Praha), 16, 1969, 313-319.
- ¹¹⁶ Pavlovskij, E.N.: Natural nidality of transmissible diseases, (Hrsg. der engl. Übersetzung: Levine N.D.), University of Illinois Press, Urbana and London, 1966, 261.

-
- ¹¹⁷ Alekseev A.N., Chunikhin S.P.: Virus exchange in ticks feeding on vertebrate host in the absence of virusemia (distant transmission), Meditsinskaya Parazitologiya i Parazitarnye bolezni, 1991, 50-54.
- ¹¹⁸ Labuda, M., Jones, L.D., Williams, T., Danielova, V., Nuttall, P.A.: Efficient transmission of tick-borne encephalitis virus between cofeeding ticks, J Med Entomol, 30, 1993, 295-299.
- ¹¹⁹ Eistetter, S., Kimmig, P., Oehme, R.: Untersuchungen zur Epidemiologie der FSME in Baden-Württemberg – Bestimmung der Zeckeninfektionsrate mit Hilfe eines modifizierten PCR-Verfahrens, Bundesgesundheitsbl, 1998, 62.
- ¹²⁰ Süss, J., Béziat, P., Rohr, P., Treib, J., Haass, A.: Detection of the Tick-borne encephalitis virus (TBEV) in ticks in several federal “Länder” of Germany by means of the polymerase chain reaction (PCR) - characterization of the virus, Infection, 24, 1996, 403-404.
- ¹²¹ Süss, J., Schrader, C., Schosser, R., Voigt, W.P., Abel, U.: Annual and seasonal variation of tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalence in ticks in selected hot spot areas in Germany using a nRT-PCR: results from 1997 and 1998, Zentralbl Bakteriol, 1999, 289, 564-578.
- ¹²² Süss, J., Sinnecker, H., Sinnecker, R., Berndt, D., Zilske, E., Dedek, G., Apitzsch, L.: Epidemiology and ecology of tick-borne encephalitis in the eastern part of Germany between 1960 and 1990 and studies on the dynamics of a natural focus of tick-borne encephalitis, Zentralbl Bakteriol, 277, 1992, 224-235.
- ¹²³ Anonymous (RKI): Verbreitung der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in Deutschland und Schlußfolgerungen für die Prävention, Epidemiologisches Bulletin 27/98, 1998, 193-195.
- ¹²⁴ Kaiser, R., Vollmer, H., Schmidtke, K., Rauer, S., Berger, W., Gores, D.: Verlauf und Prognose der FSME, Nervenarzt, 68, 1997, 324-330.
- ¹²⁵ Kaiser, R.: Borreliose, in: Hofmann, F. (Hrsg.): Infektiologie, ecomed-Verlag, Landsberg, 1997, 22. Erg.Lfg., IV-1.2, 1-10.
- ¹²⁶ Anonymous, Surveillance der Lyme-Borreliose am Beispiel des Bundeslandes Brandenburg; Epidemiologisches Bulletin 14/98, 1998, 93-97.
- ¹²⁷ Bigl, S., Müller, L., Pönitz, G., Mickel, C., Klapper, B.-M.: Untersuchungen zur Epidemiologie der Borreliose im Freistaat Sachsen 1997, Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz, 42, 1999, 219-222.
- ¹²⁸ Steere, A.C.: Lyme disease, N Engl J Med, 321, 1989, 586-596.
- ¹²⁹ Anonymous, Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie der Lyme-Borreliose, Epidemiologisches Bulletin 22/98, 1998, 159-161.
- ¹³⁰ Kaiser, R. und die Teilnehmer der Expertenkonferenz: Frühsommermeningoenzephalitis und Lyme-Borreliose – Prävention vor und nach Zeckenstich, Dtsch Med Wochenschr, 123, 1998, 847-853.
- ¹³¹ Anonymous: Monographie Diethyltoluamid, Bundesanzeiger, Nr. 137 (23.7.94), 1994, VI k / 146-147.
- ¹³² Röder, Klaus: Gesundheitsvorsorge mit Repellents, PZ - Dermopharmazie, 140, 1995, 4-10.
- ¹³³ Roggendorf, M.: Nebenwirkungen der Impfung gegen die Frühsommer-Meningoenzephalitis, in Günther Maass (Hrsg.): Impfreaktionen – Impfkomplikationen, 40 Jahre DVV, Kilian Verlag, Marburg, 1995, 135-144.
- ¹³⁴ Steere, A.C., Sikand, V.K., Meurice, F., Parenti, D.L., Fikrig, E., Schoen, R.T., Nowakowski, J., Schmid, C.H., Leukamp, S., Buscarino, C., Krause, D.S.: Vaccination against Lyme disease with rekombinant Borrelia burgdorferi outer-surface protein A with adjuvant, N Engl J Med, 339, 1998, 209-215.

-
- ¹³⁵ Anonymous: Notice to Readers: Availability of Lyme Disease Vaccine, MMWR, 48, 1999, 35-36 & 43.
- ¹³⁶ Konieczko, J.: Arbeitsbedingte Erkrankungen – Ätiologie, Diagnose, Therapie, Handbuch für die ärztliche Praxis, ecomed, Landsberg, 2001, 79-81.
- ¹³⁷ Duchaine, C., Meriaux, A., Brochu, G., Bernard, K., Cormier, Y.: Saccharopolyspora rectivirgula from Quebec dairy barns: application of simplified criteria for the identification of an agent responsible for farmer's lung disease, J Med Microbiol, 48, 1999, 172-180.
- ¹³⁸ Konieczko, J.: Arbeitsbedingte Erkrankungen – Ätiologie, Diagnose, Therapie, Handbuch für die ärztliche Praxis, ecomed, Landsberg, 2001, 81-82.
- ¹³⁹ Snella, M.C.: Production of neutrophil chemotactic factor by endotoxins stimulated alveolar macrophages in vitro, Br J Exp Path, 67, 1986, 801-807.
- ¹⁴⁰ de Rochemonteix-Galve, B., Marchat-Amoruso, B., Dayer, J-M., Rylander, R.: Tumor necrosis factor and Interleukin-1 activities in free lung cells after single and repeated inhalation of bacterial endotoxin, Inf Immun, 59, 1991, 3646-3650.
- ¹⁴¹ Gruner, C., Bittighofer, P.M., Koch-Wrenger, K.D.: Untersuchungen zur gesundheitlichen Gefährdung von Arbeitnehmern in Wertstoffsortieranlagen und auf Deponien, Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg, 104, 1999, 597-609.
- ¹⁴² do Pico, G.A.: Lung (agricultural/rural), Otolaryngol Head Neck Surg, 114, 1996, 212-216.
- ¹⁴³ Richerson, H.B.: Unifying concepts underlying the effects of organic dust exposures, Am J Ind Med 17, 1990, 139-142.
- ¹⁴⁴ Rasanen, L., Kuusisto, P., Penttila, M., Nieminen, M., Savolainen, J., Lehto, M.: Comparison of immunologic tests in the diagnosis of occupational asthma and rhinitis, Allergy, 49, 1994, 342-347.
- ¹⁴⁵ Virtanen, T., Zeiler, T., Rautiainen, J., Taivainen, A., Pentikainen, J., Rytkonen, M., Parkkinen, S., Pelkonen, J., Mäntylä, R.: Immune reactivity of cow-asthmatic dairy farmers to the major allergen of cow (BDA20) and to other cow-derived proteins. The use of purified BDA20 increases the performance of diagnostic tests in respiratory cow allergy, Clin Exp Allergy, 26, 1996, 188-196.
- ¹⁴⁶ Mainarowa, J., Bejkowa, H., Kohout, J.: [Occupational allergic respiratory disorders in farmers.], Pneumonol Pol, 58, 1990, 527-530.
- ¹⁴⁷ Iversen, I.: Landwirtschaftliche Aerosole, in: BGFA-Info – Workshop Dosis-Wirkungsbeziehungen atemwegssensibilisierender Stoffe, 03.12.1997, Bochum, 1998, 8.
- ¹⁴⁸ Mutius, von E., Nowak, D.: Epidemiologische und sozialmedizinische Aspekte des Asthma bronchiale im Kindes- und Erwachsenenalter, in: Petermann, F., Warschburger, P. (Hrsg.): Asthma bronchiale, Hogrefe – Verlag für Psychologie, Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, 2000, 35-64.
- ¹⁴⁹ Iversen, M.: Obstruktive Atemwegserkrankungen in der Landwirtschaft, (23. Wissenschaftliche Tagung der Norddeutschen Gesellschaft für Lungen- und Bronchialheilkunde, 5.-6. November 1993), Pneumologie, 48, 1998, 539-540.
- ¹⁵⁰ Baur, X., Hahn, D., Weiss, W.: Allergische bronchopulmonale Aspergillose mit heustaubinduzierter Alveolitis und Asthma bronchiale, Dtsch Med Wochenschr, 113, 1988, 1105-1108.
- ¹⁵¹ Rylander, R.: Lung diseases caused by organic dusts in the farm environment, Am J Ind Med, 10, 1986, 221-227.
- ¹⁵² Nowak, D., Garz, S., Schottky, A.: Zur Bedeutung von Endotoxinen für obstruktive Atemwegserkrankungen im Bereich der Landwirtschaft, Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed., 33, 1998, 233-240.

-
- ¹⁵³ do Pico, G.A.: Hazardous exposure and lung disease among farm workers, *Clin Chest Med*, 13, 1992, 311-328.
- ¹⁵⁴ Campbell, A.R., Swanson, M.C., Fernandez-Caldas, E., Reed, C.E., May, J.J., Pratt, D.S.: Aeroallergens in dairy barns near Cooperstown, New York and Rochester, Minnesota, *Am Rev Respir Dis*, 140, 1989, 317-320.
- ¹⁵⁵ Zejda, J.E., Barber, E., Dosman, J.A., Olenchock, S.A., McDuffie, H.H., Rhodes, C., Hurst, T.: Respiratory health status in swine producers relates to endotoxin exposure in the presence of low dust levels, *J Occup Med*, 36, 1994, 49-46.
- ¹⁵⁶ Vogelzang, P.F.J., van der Gulden, J.W.J., Folgering, H., Kolk, J.J., Heederik, D., Preller, L., Tielen, J.M.J., Van Schayck, C.P.: Endotoxin exposure as a major determinant of lung function decline in pig farmers, *Am J Respir Crit Care Med*, 157, 1998, 15-18.
- ¹⁵⁷ Kirychuk, S., Senthilselvan, A., Dosman, J.A., Zhou, C., Barber, E.M., Rhodes, C.S., Hurst, T.S.: Predictors of longitudinal changes in pulmonary function among swine confinement workers, *Can Respir J*, 5, 1998, 472-478.
- ¹⁵⁸ Schwartz, D.A., Thorne, P.S., Yagla, S.J., Burmeister, L.F., Olenchock, S.A., Watt, J.L., Quinn, T.J.: The role of endotoxin in grain dust-induced lung disease, *Am J Respir Crit Care Med*, 152, 1995, 603-608.
- ¹⁵⁹ Essen, von S.: The role of endotoxin in grain dust exposure and airway obstruction, *Curr Opin Pulm Med*, 3, 1997, 198-202.
- ¹⁶⁰ Hurst, T.S., Dosman, J.A.: Characterization of health effects of grain dust exposures, *Am J Ind Med*, 17, 1990, 27-32.
- ¹⁶¹ Donham, K.J., Reynolds, S.J., Whitten, P., Merchant, J.A., Burmeister, L., Popen-dorf, W.J.: Respiratory dysfunction in swine production facility workers: dose response relationships of environmental exposures and pulmonary function, *Am J Ind Med*, 27, 1995, 405-418.
- ¹⁶² Heederik, D., van Zwieten, R., Brouwer, R.: Across-shift lung function changes among pig farmer, *Am J Ind Med*, 17, 1990, 57-58.
- ¹⁶³ Kösters, J., Müller, W.: Die bakterielle Exposition des Personals in Massengeflügelhaltungen, *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, 17, 1970, 154-158.
- ¹⁶⁴ Thelin, A., Tegler, O., Rylander, R.: Lung reactions during poultry handling related to dust and bacterial endotoxin levels, *Eur J Respir Dis*, 65, 1984, 266-271.
- ¹⁶⁵ Manfreda, J., Holford-Strevens, V., Cheang, M., Warren, C.P.W.: Acute symptoms following exposure to grain dust in farming, *Environmental Health Perspectives*, 66, 1986, 73-80.
- ¹⁶⁶ Terho, E.O., Husman, K., Vohlonen, I.: Prevalence and incidence of chronic bronchitis and farmer's lung with respect to age, sex, atopy, and smoking., *Eur J Respir Dis Suppl*, 152, 1987, 19-28.
- ¹⁶⁷ Barzo, P., Molnar, L., Csokonay, L.: Allergische Alveolitis bei Beschäftigten in der Landwirtschaft, verursacht durch thermophile Bakterien oder Pilze, *Z Erkrank Atm.org.*, 173, 1989, 151-160.
- ¹⁶⁸ Marx, J.J., Guernsey, J., Emanuel, D.A., Merchant, J.A., Morgan, D.P., Kryda, M.: Cohort studies of immunologic lung disease among Wisconsin dairy farmers, *Am J Ind Med*, 18, 1990; 263-268.
- ¹⁶⁹ Hofmann, S.: Arbeitsmedizinische Untersuchungen zum Atemtrakt bei Fahrern mobiler Landmaschinen in der Pflanzenproduktion, in: *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin*, Bericht über die 31. Jahrestagung 1991, Gentner Verlag, Stuttgart, 1992, 323-326.
- ¹⁷⁰ Schimberg, R.W., Uitti, J., Kotimaa, M., Sarantila, R.: Exposition gegenüber luftgetragenen Partikeln, Sporen, Bakterien und Endotoxinen bei der Pelztieraufzucht, Staub, Reinhaltung der Luft, 52, 1992, 457-460.

-
- ¹⁷¹ Schwartz, D.A., Landas, S.K., Lassise, D.L., Burmeister, L.F., Hunninghake, G.W., Merchant, J.A.: Airway injury in swine confinement workers, *Ann Int Med*, 116, 1992, 630-635.
- ¹⁷² Nowak, D., Denk, G., Jörres, R., Kirsten, D., Wiegand, B., Hartung, J., Koops, F., Szadkowski, D., Magnussen, H.: Entzündungsreaktion in der Nasenlavage nach Provokation mit Stallstäuben unterschiedlichen Endotoxingehalts, in: Kessel, R.: 34. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Wiesbaden, 16.-19.05.1994, Gentner-Verlag, Stuttgart, 1994, 483-485.
- ¹⁷³ Nowak, D., Denk, G., Jörres, R., Kirsten, D., Koops, F., Szadkowski, D., Wiegand, B., Hartung, J., Magnussen, H.: Endotoxin-related inflammatory response in nasal lavage fluid after nasal provocation with swine confinement dusts, *Am J Respir Crit Care Med*, 149, 1994, A401.
- ¹⁷⁴ Subirats Bayego, E., Vila Ballester, L., Vila Subirana, T., Morell Brotad, F., Vallescar Pinana, R., Margalef Mir, N.: [Prevalence of respiratory diseases in a rural population in the north of Catalonia: La Cerdanya.], *Med Clin (Barc)*, 103, 1994, 481-484.
- ¹⁷⁵ Wendel, K.P., Burdorf, A., Bruggeling, T.G.: Relations between respiratory symptoms and sickness among workers in the animal feed industry, *Occup Environ Med*, 51, 1994, 440-446.
- ¹⁷⁶ Varslot, M., Hilt, B., Qvenild, T.: [Respiratory tract symptoms among farmers keeping animals in Midt-Norge.], *Tidsskr Nor Laegeforen*, 115, 1995, 2524-2528.
- ¹⁷⁷ Carvalheiro, M.F., Peterson, Y., Rubenowitz, E., Rylander, R.: Bronchial reactivity and work-related symptoms in farmers, *Am J Ind Med*, 27, 1995, 65-74.
- ¹⁷⁸ Reynolds, S.J., Donham, K.J., Whitten, P., Merchant, J.A., Burmeister, L.F., Popendorf, W.J.: Longitudinal evaluation of dose-response relationships for environmental exposures and pulmonary function in swine production workers, *Am J Ind Med*, 29, 1996, 33-40.
- ¹⁷⁹ Prior, C., Falk, M., Frank, A.: Early Sensitization to Farming-related antigens among young farmers: analysis of risk factors, *Int Arch Allergy Immunol*, 111, 1996, 182-187.
- ¹⁸⁰ Vogelzang, P.F.J., van der Gulden, J.W.J., Preller, L., Tielen, M.J.M., van Schayck, C.P., Folgering, H.: Bronchial hyperresponsiveness and exposure in pig farmers, *Int Arch Occup Environ Health*, 70, 1997, 327-333.
- ¹⁸¹ Wang, Z.: Acute cytokine responses to inhaled swine confinement building dust, in: *Arbetslivsinstitutet – National Institute for Working Life, Schweden (Hrsg.): Arbeta och Hälsa*, Band 23, Eigenverlag, Solna, 1997.
- ¹⁸² Essen, von S., Scheppers, L.A., Robbins, R.A., Donham, K.J.: Respiratory tract inflammation in swine confinement workers studied using induced sputum and exhaled nitric oxid, *J Toxicol Clin Toxicol*, 36, 1998, 557-565.
- ¹⁸³ Melbostad, E., Wijnand, W., Magnus, P.: Determinants of asthma in a farming population, *Scand J Work Environ Health*, 24, 1998, 262-269.
- ¹⁸⁴ Kirychuk, S., Senthilselvan, A., Dosman, J.A., Zhou, C., Barber, E.M., Rhodes, C.S., Hurst, T.S.: Predictors of longitudinal changes in pulmonary function among swine confinement workers, *Can Respir J*, 5, 1998, 472-478.
- ¹⁸⁵ Radon, K., Opravil, U., Kallenberg, C., Szadkowski, D., Rabe, U., Nowak, D.: Prävalenz von Atemwegssymptomen bei norddeutschen Landwirten, in: Rettenmeier, A.W., Feldhaus, C. (Hrsg.) 39. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, 17.-20. Mai 1999 in Wiesbaden, Rindt-Druck, Fulda, 1999, 393-396.
- ¹⁸⁶ Opravil, U., Radon, K., Kallenberg, C., Nowak, D.: Atemwegssymptome bei Landwirten in Schleswig-Holstein, V88, Abstracts zum 40. Kongreß der Dt. Ges. für Pneumologie, 17.-20. März 1999, Pneumologie, Sonderheft, 1999.

-
- ¹⁸⁷ Radon, K., Opravil, U., Hartung, J., Szadkowski, D., Nowak, D.: Work-related respiratory disorders and farming characteristics among cattle farmers in northern Germany, *Am J Ind Med*, 36, 1999, 444-449.
- ¹⁸⁸ Essen von, S., Fryzek, J., Nowakowski, B., Wampler, M.: Respiratory symptoms and farming practices in farmers associated with an acute febrile illness after organic dust exposure, *Chest*, 116, 1999, 1452-1458.
- ¹⁸⁹ Sjögren, B., Wang, Z., larsson, B.M., Larsson, K., Larsson, P.H., Westerholm, P.: Increase in interleukin-6 and fibrinogen in peripheral blood after swine dust inhalation, *Scand J Work Environ Health*, 25, 1999, 39-41.
- ¹⁹⁰ Cormier, Y., Israel-Assaqag, E., Racine, G., Duchaine, C.: Farming practice and the respiratory health risks of swine confinement buildings, *Eur Respir J*, 15, 2000, 560-565.
- ¹⁹¹ Monso, E., Magarolas, R., Radon, K., Danuser, B., Iversen, M., Weber, C., Opravil, U., Donham, K.J., Nowak, D.: Respiratory Symptoms of obstructive lung disease in European crop farmers, *Am J Respir Crit Care Med*, 162, 2000, 1246-1250.
- ¹⁹² Radon, K., Garz, S., Schottky, A., Koops, F., Hartung, J., Szadkowski, D., Nowak, D.: Lung function and work-related exposure in pig farmers with respiratory symptoms, *J Occup Environ Med*, 42, 2000, 814-820.
- ¹⁹³ Radon, K., Blainey, D., Danuser, B., Iversen, M., Monso, E., Opravil, U., Rabe, U., Weber, C., Nowak, D.: Atemwegssymptome bei europäischen Landwirten, V89, Abstracts zum 40. Kongreß der Dt. Ges. für Pneumologie, 17.-20. März 1999, Pneumologie, Sonderheft, 1999.
- ¹⁹⁴ Radon, K., Danuser, B., Iversen, M., Jörres, R., Monso, E., Opravil, U., Weber, C., Donham, K.J., Nowak, D.: Respiratory symptoms in European animal farmers, *Eur Respir J*, 17, 2001, 747-754.
- ¹⁹⁵ Radon, K., Weber, C., Iversen, M., Danuser, B., Pedersen, S., Nowak, D.: Exposure assessment and lung function in pig and poultry farmers, *Occup Environ Med*, 58, 2001, 405-410.
- ¹⁹⁶ Baur, X., Bergmann, K.C., Kroidl, R., Merget, R., Müller-Wening, D., Nowak, D.: Deutsche Gesellschaft für Pneumologie – Empfehlungen zur Prävention des Berufsasthmas, *Pneumologie*, 52, 1998, 504-514.
- ¹⁹⁷ Chan-Yeung, M., Enarson, D.A., Kennedy, S.M.: The impact of grain dust on respiratory health, *Am Rev Respir Dis*, 145, 1992, 476-486.
- ¹⁹⁸ Hartung, J., Seedorf, J.: Zum Auftreten von Endotoxinen in der Luft von Nutztierställen, *Atemw. Lungenkrkh*, 25, 1999, 645-650.
- ¹⁹⁹ Nielsen, B.H., Breum, N.O.: Exposure to air contaminants in chicken catching, *Am Ind Hyg Assoc J*, 56, 1995, 804-808.
- ²⁰⁰ Hartung, J.: Staubbelastung in der Nutztierhaltung, *Zbl Arbeitsmed*, 47, 1996, 65-72.
- ²⁰¹ Donham, K., Haglind, P., Peterson, Y., Rylander, R., Belin, L.: Environmental and health studies of farm workers in Swedish swine confinement buildings, *Brit J Ind Med*, 46, 1989, 31-37.
- ²⁰² Heedrik, D., Brouwer, R., Biersteker, K., Boleij, J.: Relationship of airborne endotoxin and bacteria levels in pig farms with the lung function and respiratory symptoms of farmer, *Int Arch Occup Environ Health*, 62, 1991, 595-601.
- ²⁰³ Larsson, K.A., Eklund, A. G., Hasson, L.O., Isaksson, B. M., Malmberg, P.O.: Swine dust causes intense airways inflammation in healthy subjects, *Am J Respir Crit Care Med*, 150, 1994, 973-977.
- ²⁰⁴ Clark, C.S., Rylander, R., Larsen, L.: Airborne bacteria, endotoxine and fungi in dust in poultry and swine confinement buildings, *Am Ind Hyg Ass J*, 44, 1983, 537-541.

-
- ²⁰⁵ Cormier, Y., Tremblay, G., Meriaux, A., Brochu, G., Lavoie, J.: Airborne microbial contents in two types of swine confinement buildings in Quebec, *Am Ind Hyg Assoc J*, 51, 1990, 304-309.
- ²⁰⁶ Duchaine, C., Grimard, Y., Cormier, Y.: Influence of building maintenance, environmental factors, and seasons on airborne contaminants of swine confinement buildings, *AIHAJ*, 61, 2000, 56-63.
- ²⁰⁷ Bilic, V., Habrun, B., Barac, I., Humski, A.: Distribution of airborne bacteria in swine housing facilities and their immediate environment, *Arh Hig Rada Toksikol*, 51, 2000, 199-205.
- ²⁰⁸ Platz, S., Scherer, M., Unshelm, J.: Untersuchungen zur Belastung von Mastschweinen sowie der Umgebung von Mastschweinestallen durch atembaren Feinstaub, stallspezifische Bakterien und Ammoniak, *Zentralbl Hyg Umweltmed*, 196, 1995, 399-415.
- ²⁰⁹ Preller, L., Heederik, D., Kromhout, H., Boleij, J., Tielen, M.: Determination of dust and endotoxin exposure of pig farmers: Development of a control strategy using empirical modelling, *An Occup Hyg*, 39, 1995, 545-558.
- ²¹⁰ Smid, T., Heederik, D., Houba, R., Quanjer, P.H.: Dust- and endotoxin-related respiratory effects in the animal feed industry, *Am rev Respir Dis*, 146, 1992, 1471-1479.
- ²¹¹ Duchaine, C., Meriaux, A., Borchu, G., Cormier, Y.: Airborne microflora in Quebec dairy farms: lack of effect of bacterial hay preservatives, *Am Ind Hyg Assoc J*, 60, 1999, 89-95.
- ²¹² Lemay, S.P., Barber, E.M., Bantle, M., Marcotte, D.: Development of a sprinkling system using undiluted canola oil for dust control in pig buildings, in: Danish Institute of Agricultural Science (Hrsg.): *International Symposium on dust control in animal production facilities*, Congress Proceedings, Scandinavian Congress Center, Aarhus, 30 May – 2 June 1999, Eigenverlag, 1999, 215-222.
- ²¹³ Drost, H., Beens, N., Dolehghs, B., Ellen, H., Oude Vrielink, H.H.E.: Is fogging of water or oil effective in reducing dust concentrations in poultry houses?, in: Danish Institute of Agricultural Science (Hrsg.): *International Symposium on dust control in animal production facilities*, Congress Proceedings, Scandinavian Congress Center, Aarhus, 30 May – 2 June 1999, Eigenverlag, 1999, 231-236.
- ²¹⁴ Jacobson, L., Johnston, L., Hetchler, B., Janni, K.: Odor emissions control by sprinkling oil for dust reduction in pig buildings, in: Danish Institute of Agricultural Science (Hrsg.): *International Symposium on dust control in animal production facilities*, Congress Proceedings, Scandinavian Congress Center, Aarhus, 30 May – 2 June 1999, Eigenverlag, 1999, 223-230.
- ²¹⁵ EN 149:2001 - ICS: 13.340.30
- ²¹⁶ Bundesverbände der landwirtschaftlichen Sozialversicherungsträger, *Jahresberichte 1999*, Eigenverlag, 2001.
- ²¹⁷ Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, 34114 Kassel, Herr Kistner, persönliche Mitteilung.
- ²¹⁸ Ahlbohm, A., Norell, S.: *Einführung in die moderne Epidemiologie*, Schriftenreihe des Bundesgesundheitsamtes – Bd. 19, 2. Auflage, MMV Medizin Verlag, München, 1991.
- ²¹⁹ Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R.: *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*, 6. überarbeitete Auflage, Springer, Berlin, 1990.
- ²²⁰ Bortz, J. : *Statistik für Sozialwissenschaftler*, 3. Auflage, Springer, Berlin, 1989.
- ²²¹ Hosmer, D.W. jr, Lemeshow, S.: *Applied logistic regression*, Wiley, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1989.

-
- ²²² Lemeshow, S., Hosmer, D.W. jr, Klar, J.: Sample size requirements for studies estimating odds ratios or relative risks, *Stat Med*, 7, 1988, 759-764.
- ²²³ Faus-Keßler, T., Brüske-Hohlfeld, I., Scherb, H., Tritschler, J., Weigelt, E.: *Einführung in die arbeitsmedizinische Epidemiologie*, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Sonderschrift S29, Wirtschaftsverlag NW, Dortmund, 1992.
- ²²⁴ Kreienbrock, L., Schach, S.: *Epidemiologische Methoden*, 2. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 1997.
- ²²⁵ Axelson, O.: Some recent developments in occupational epidemiology, *Scand J Work Environ Health*, 20, 1994, 9-18.
- ²²⁶ Hofmann, H., Heinz, F.X., Dippe, H.: ELISA for IgM and IgG Antibodies against Tick-borne Encephalitis Virus: Quantification and Standardization of Results, *Zentralbl Bakt*, I. Abt. Orig. A, 255, 1983, 448-455.
- ²²⁷ Kießig, S.T., Abel, U., Risse, P., Friedrich, J., Heinz, F.X., Kunz, Ch.: Bestimmung von Schwellenwerten (Cut-Off) bei Enzymimmunoassays am Beispiel des FSME-ELISA, *Klinisches Labor*, 39, 1993, 877-886.
- ²²⁸ Kießig, S.T., Abel, U., Heinz, F.X., Enzersberger, O., Risse, P., Friedrich, J.: Methodenvergleich für die Diagnostik der FSME unter Einbeziehung des Western-Blots und anderer Referenzmethoden im Hinblick auf die Festlegung von Schwellenwerten, in J. Süss (Hrsg.): *Durch Zecken übertragbare Erkrankungen FSME und Lyme-Borreliose*, Weller, Schriesheim, 1995, 48-91.
- ²²⁹ Hofmann, H., Frisch-Niggemeyer, Heinz, F.: Rapid diagnosis of Tick-borne encephalitis (TBE) by means of enzyme linked immunosorbent assay (ELISA), *J gen Virol*, 42, 1979, 505-511.
- ²³⁰ Calisher, C.H., Karabatos, N., Dalrymple, J.M., Shope, R., Porterfield, J.S., Westaway, E.G., Brandt, W.E.: Antigenic relationships between flaviviruses as determined by cross-neutralization tests with polyclonal antisera, *J Gen Virol*, 70, 1989, 37-40.
- ²³¹ Mandl, C.W., Holzmann, H., Kunz, C., Heinz, F.X.: Complete Genomic Sequence of Powassan Virus: Evaluation of Genetic Elements in Tick-borne versus Mosquito-Borne Flaviviruses, *Virology*, 194, 1993, 173-184.
- ²³² Mandl, C.W., Heinz, F.X., Kunz, C.: Sequence of the structural proteins of tick-borne encephalitis virus (Western subtype) and comparative analysis with other Flaviviruses, *Virology*, 166, 1988, 197-205.
- ²³³ Mandl, C.W., Heinz, F.X., Stöckl, E., Kunz, C.: Genome sequence of tick-borne encephalitis virus (Western subtype) and comparative analysis of nonstructural proteins with other flaviviruses, *Virology*, 173, 1989, 291-301.
- ²³⁴ Holzmann, H., Kundi, M., Stiasny, K., Clement, J., McKenna, P., Kunz, C., Heinz, F.X.: Correlation Between ELISA, Hemagglutination Inhibition, and Neutralization Tests After Vaccination Against Tick-Borne Encephalitis, *Journal of Medical Virology*, 48, 1996, 102-107.
- ²³⁵ Monteil, H., Jaulhac, B., Piémont, Y (1989): Maladie de Lyme et infections à *Borrelia burgdorferi* en Europe; *Ann Biol Clin*, 47, 428-437
- ²³⁶ Hamann-Brand, A., Breitner, S., Schulze, J., Brade, V (1995): Laboratory diagnosis of Lyme disease; *Biotest Bull*, 5, 127-142
- ²³⁷ Laemmli, U.K.: Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4, *Nature*, 227, 1970, 680-685.
- ²³⁸ Towbin, H., Staehelin, T., Gordon, J.: Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: Procedure and some applications, *Proc Natl Acad Sci USA*, 76, 1979, 4350-4354.

-
- ²³⁹ Blaskovic, D. (Hrsg.): Epidemia encefalitidy v roznavskom prirodnom ohnisku na-kaz [An epidemic of encephalitis in the natural infective focus in Roznava - in Slovak and Czech, with Summary in English], SAV Bratislava, 1954.
- ²⁴⁰ Müller, W.: TBE in dog – seroepidemiological studies. In: Süss, J., Kahl, O. (Hrsg.): Tick-borne encephalitis and Lyme Borreliosis, Proc. 4th International Potsdam Symposium on Tick-borne Diseases, Pabst Science publishers, Lengerich, 1997, 204-218.
- ²⁴¹ Gerth, H.J., Grimshndl, D., Stage, B., Döller, G., Kunz, C.: Roe deer as sentinels for endemicity of tick-borne encephalitis virus, *Epidemiol Infect*, 115, 1995, 355-365.
- ²⁴² Steinberg, R.: Biologische Arbeitsstoffe in der Abwasserwirtschaft, ATV-DVWK-Schriftenreihe, Band 24, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., 53773 Hennef, 2001.
- ²⁴³ Steinberg, R., Rieger, M.A., Nübling, M., Lohmeyer, M., Hofmann, F.: Biologische Belastungen in der Abwasserwirtschaft – Messung von luftgetragenen Bakterien, Schimmelpilzen und Endotoxinen, in: Schäcke, G. und Lüth, P. (Hrsg.): Dokumentationsband über die 40. Jahrestagung der DGAUM in Berlin, 15.-18. Mai 2000, Rindt-Druck, Fulda, 2000, 464-467.
- ²⁴⁴ Anonymous: Anwendung von Messverfahren für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe (Kennzahl 9411) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 18. Lfg. IV/97.
- ²⁴⁵ Anonymous: Vom BIA empfohlene Probenahmegeräte und –verfahren (Kennzahl 3005) in : Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 1. Lfg. VI/89.
- ²⁴⁶ Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (Hrsg.): MAK- und BAT-Werte-Liste 2001, Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Mitteilung 37, WILEY-VCH Weinheim, Berlin, 2001.
- ²⁴⁷ Anonymous: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte (TRGS 900), Ausgabe Oktober 2000, BArBBl. 10/2000, 34-63 (inkl. eingearbeitete Änderungen BArBBl. 04/2001, 56).
- ²⁴⁸ DIN EN 481: Arbeitsplatzatmosphäre: Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel. Beuth Verlag, Berlin, 1993.
- ²⁴⁹ Anonymous: Geräte zur Gesamtstaubprobenahme (Kennzahl 3010) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 21. Lfg. X/98.
- ²⁵⁰ Anonymous: Geräte zur Feinstaubprobenahme (Kennzahl 3020) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 21. Lfg. X/98.
- ²⁵¹ Riediger, G.: Staubmessung in Arbeitsbereichen entsprechend DIN EN 481 mit GSP und FSP, in: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 56, 1996, 277-278.
- ²⁵² Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwebeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L163, 1999, 41.
- ²⁵³ Anonymous: Probenahme von Bioaerosolen am Arbeitsplatz (Kennzahl 9410) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 14. Lfg. II/95.
- ²⁵⁴ Anonymous: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Kennzahl 9420) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeits-

-
- sicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 18. Lfg. IV/97.
- ²⁵⁵ Anonymous: Verfahren zur Bestimmung der Bakterienkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Kennzahl 9430) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 18. Lfg. IV/97.
- ²⁵⁶ Anonymous: Verfahren zur Bestimmung der Endotoxinkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz – Probenahme mit Abscheidung auf Membranfiltern und Bestimmung durch den chromogen-kinetischen Limulustest (Kennzahl 9450) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 19. Lfg. XI/97.
- ²⁵⁷ Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (TRBA 430), Ausgabe Oktober 1997, BArBBl., 10/1997, 74.
- ²⁵⁸ Anonymous: Benutzerhinweise für die Auswahl von Meßverfahren für Biologische Arbeitsstoffe (Kennzahl 9417) in: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA (Hrsg.), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 21. Lfg. X/98.
- ²⁵⁹ Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe: Anwendung von Meßverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 405), Ausgabe Mai 2001, BArBBl., 05/2001, 58.
- ²⁶⁰ Zerssen, D.v.: Die Beschwerdenliste (B-L), Reihe: Klinische Selbstbeurteilungsskalen (KSb-S) aus dem Münchener Psychiatrischen Informations-System (PSY-CHIS München), Beltz-Test Gesellschaft, Weinheim, 1976.
- ²⁶¹ DeVellis, R.F.: Scale Development: Theory and applications, Applied Social Research Methods Series, Vol. 26, Sage Publications, Newbury Park, London, New Dehli, 1991.
- ²⁶² Cronbach, L.J.: Coefficient alpha and the internal structure of tests, *Psychometrika*, 16, 1951, 297-334.
- ²⁶³ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) Referat 227, Buchführungsergebnisse der Testbetriebe 1999/2000, Ergänzung zum Agrarbericht 2001 der Bundesregierung, Eigenverlag, Bonn, 2001.
- ²⁶⁴ Anonymous, Bewertungsgesetzes – Anlage 1, BGBl. I, 1991, 231-275.
- ²⁶⁵ Klemm, D., Berthold, H., Müller, J.: Endemisches Vorkommen der Frühsommer-Meningoenzephalitis in Südbaden, *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 92, 1967, 756-759.
- ²⁶⁶ Hannoun, M.C., Chatelain, J., Krams, S., Guillon, J.C.: Isolement du virus de l'encéphalite à tiques en Alsace, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 272, 1971, 766-768.
- ²⁶⁷ Collard, M., Gut, J.P., Christmann, D., Hirsch, E., Nastorg, G., Sellal, F., Haller, X.: L'Encéphalite à tiques en Alsace, *Revue de la Neurologie* (Paris), 149, 1993, 198-201.
- ²⁶⁸ Christmann, D., Staub-Schmidt, T., Hansmann, Y.: Situation actuelle en France de l'encéphalite à tique, *Méd Mal Infect*, 25, 1995, spécial, 660-664.
- ²⁶⁹ Kaiser, R.: Epidemiologie der FSME in Baden-Württemberg 1994-1996, *Ärzteblatt Baden-Württemberg*, 52, 1997, 143.
- ²⁷⁰ Ernek, E., Kozuch, O.: Zeckenencephalitis-Virus neutralisierende Antikörper bei Rindern als Indikator der Virusanzwesenheit in mitteleuropäischen Naturherden, *Zentralblatt für Bakteriologie und Hygiene*, I. Abt. Orig, 213, 1970, 151-160.

-
- ²⁷¹ Girjabu, E., Draganescu, N., Iftimovici, R.: Serological investigations on the presence of antibodies to tick-borne encephalitis virus in domestic animals and birds and in humans, *Revue Roumaine de Médecine Virologie*, 36, 1985, 161-164.
- ²⁷² Hubalek, Z., Cerny, V., Mittermayer, T., Kilik, J., Halouhka, J., Juricova, Z., Kuhn, I., Bardos, V.: Arbovirological survey in Silica Plateau Area Roznava District Czechoslovakia, *Journal of Hygiene Epidemiology Microbiology & Immunology (Prague)*, 30, 1986, 87-98.
- ²⁷³ Molnar, E.: Occurrence of tick-borne encephalitis and other arboviruses in Hungary, *Geographia Medica*, 12, 1982, 78-120.
- ²⁷⁴ Traavik, T., Wiger, R., Mehl, R.: Evidence for flavivirus(es) outside of the distribution area for ixodes-ricinus in norway, *Journal of Hygiene Cam.*, 93, 1984, 133-138.
- ²⁷⁵ Verani, P., Ciufolini, M., Nicoletti, L., Lopes, M.C., Amaducci, L., Fratiglioni, L., Paci, P., Leoncini, F., Balducci, M.: Circulation of TBE virus in Italy: Seroprevalence and ecovirological studies, in: *Tick-borne encephalitis, International Symposium, Baden / Vienna, 1979*, Wien: Facultas-Verlag, 1981, 265-272.
- ²⁷⁶ Zeipel, von G., Svedmyr, A., Zetterberg, B.: The Geographical Distribution in Sweden of Viruses belonging to the Russian Spring-Summer Louping III Group; Serological Survey of Antibodies in Cow Sera, *Archiv für die gesamte Virusforschung*, Band IX, Heft 4, 1959, 449-459.
- ²⁷⁷ Gresikova, M.: Isolation of tick-borne encephalitis virus from the blood and milk of subcutaneously infected cow, *Acta virologica*, 2, 1958, 188.
- ²⁷⁸ Gresikova-Kohutova, M.: Effect of pH on infectivity of the tick-borne encephalitis virus, *Acta virologica*, 3, 1959, 159-167.
- ²⁷⁹ Jäckel, R., Schneider, C., Schöneich, R., Linsel, G., Otto, Ch.: Interstitielle Lungenerkrankungen durch Mikroorganismen und Enzyme bei Exposition gegenüber Trockenmilchstaub, Fb 776, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Wirtschaftsverlag NW – Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 1997.
- ²⁸⁰ Anonymous: Zur Lyme-Borreliose in ausgewählten Bundesländern in den Jahren 1997 und 1998, *Epidemiologisches Bulletin* 22/98, 1999, 163-165.
- ²⁸¹ Anonymous: Surveillance der Lyme-Borreliose am Beispiel des Bundeslandes Brandenburg, *Epidemiologisches Bulletin* 14/98, 1998, 93-96.
- ²⁸² Kaiser, R. und die Teilnehmer der Expertenkonferenz: Frühsommermeningoenzephalitis und Lyme-Borreliose – Prävention vor und nach Zeckenstich, *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 123, 1998, 847-853.
- ²⁸³ RKI: Verbreitung der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in Deutschland und Schlüssefolgerungen für die Prävention. *Epid Bull (RKI)*, 27/98, 1998: 193-195.
- ²⁸⁴ Anonymous, Risikogebiete der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), *Epidemiologisches Bulletin* 16/01, 2001, 107-109.
- ²⁸⁵ Anonymous, Ratgeber Infektionskrankheiten – 3. Folge: Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), *Epidemiologisches Bulletin* 16/99, 1999, 112-114.
- ²⁸⁶ Süss, J., Béziat, P., Rohr, P., Treib, J., Haass, A.: Detection of the Tick-borne encephalitis virus (TBEV) in ticks in several federal “Länder” of Germany by means of the polymerase chain reaction (PCR) - characterization of the virus, *Infection*, 24, 1996, 403-404.
- ²⁸⁷ Süss, J., Schrader, C., Abel, U., Voigt, W.P., Schosser, R.: Annual and seasonal variation of tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalence in ticks in selected hot spot areas in Germany using a nRT-PCR: results from 1997 and 1998., *Zentralbl Bakteriol.*, 289, 1999: 564-578.
- ²⁸⁸ Gottstein, B., Saucy, F., Deplazes, P. Reichen, J., Demierre, G., Busato, A., Zuercher, C., Pugin, P.: Is High Prevalence of *Echinococcus multilocularis* in Wild and Do-

-
- mestic Animals Associated with Disease Incidence in Humans?, *Emerging Infectious Diseases*, 7, 2001, 408-412.
- ²⁸⁹ Blaskovic, D., Nosek, J.: The Ecological Approach to the Study of Tick-Borne Encephalitis. *Progr. med. Virology*, Vol. 14, Verlag Karger, Basel, 1972, 275-320.
- ²⁹⁰ Wellmer, H., Jusatz, H.J.: Geoelectrical analyses of the spread of tick-borne encephalitis in Central Europe. *Soc Sci Med [Med Geogr]*, 15D(1), 1981, 159-162.
- ²⁹¹ Randolph S.E.: The shifting landscape of tick-borne zoonoses: tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis in Europe. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 356, 2001, 1045-1056-
- ²⁹² Kaiser, R., Braun, H., Dörstelmann, D., Hansmann, P., Laer, D., Lücking, Ch., Wagner, K.: Die Frühsommer-Meningoenzephalitis – Beobachtungen zur Klinik und Häufigkeit im Schwarzwald 1994, *Akt Neurologie*, 23, 1996, 21-25.
- ²⁹³ Jacobi, U., Henne, G., Hesse, G., Haustein, S., Dorn, W., Scholz, H., Linke, E.: Seroepidemiological Study zur Frühsommermeningoenzephalitis an exponierten Probanden in Ostthüringen, in: Süss, J. (Hrsg.): Durch Zecken übertragene Erkrankungen – 2. Potsdamer Symposium 1993, Weller-Verlag, Schriesheim, 1994, 39-61.
- ²⁹⁴ Ackermann, R., Krüger, K., Roggendorf, M., Rehse-Küpper, B., Mörtter, M., Schneider, M., Vukadinovic, I.: Die Verbreitung der Frühsommermeningoenzephalitis in der Bundesrepublik Deutschland, *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 111, 1986, 927-933.
- ²⁹⁵ Ackermann, R., Rehse-Küpper, B.: Die Zentraleuropäische Enzephalitis in der Bundesrepublik Deutschland, *Fortschr Neurol Psychiat*, 47, 1979, 103-122.
- ²⁹⁶ Prokopowicz, D., Bobrowska, E., Bobrowski, M., Grzeszczuk, A.: Prevalence of antibodies against tick-borne encephalitis among residents of north-eastern Poland, *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 27, 1995, 15-16.
- ²⁹⁷ Molnar, E.: Occurrence of tick-borne encephalitis and other arboviruses in Hungary, *Geographia Medica*, 12, 1982, 78-120.
- ²⁹⁸ Wilske, B., Münchhoff, P., Schierz, G., Preac-Mursic, V., Roggendorf, M., Zoulek, G.: Zur Epidemiologie der *Borrelia burgdorferi*-Infektion – Nachweis von Antikörpern gegen *Borrelia burgdorferi* bei Waldbetern aus Oberbayern, *Münch. Med. Wschr.*, 127, 1985, 171-172.
- ²⁹⁹ Rath, M.M., Ibershoff, B., Mohnhaupt, A., Albig, J., Eljaschewitsch, B., Jürgens, D., Horbach, I., Fehrenbach, F.J.: Seroprevalence of Lyme borreliosis in forestry workers from Brandenburg, Germany, *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 15, 1996, 372-377.
- ³⁰⁰ Chmielewska-Badora, J.: Seroepidemiologic study on Lyme borreliosis in the Lublin region, *Ann Agric Environ Med*, 5, 1998, 183-186.
- ³⁰¹ Zhioua, E., Rodhain, F., Binet, P., Perez-Eid, C.: Prevalence of antibodies to *Borrelia burgdorferi* in forestry workers of Ile de France, France, *Eur J Epidemiol* 13, 1997, 959-962.
- ³⁰² Moll van Charante, A.W., Groen, J., Osterhaus, A.D.: Risk of infections transmitted by arthropods and rodents in forestry workers, *Eur J Epidemiol*, 10, 1994, 349-351.
- ³⁰³ Oteo, J.A., Martinez de Artola, V., Fernandez Calvo, J.L., Casas, J.M., Rivero, A., Grandival, y R.: Prevalencia de anticuerpos frente a la *Borrelia burgdorferi* en una población de riesgo, *Revista Clinica Espanola*, 187, 1990, 215-217.
- ³⁰⁴ Rees, D.H.E., Axford, J.S.: Evidence for Lyme disease in urban park workers: a potential new health hazard for city inhabitants, *British Journal of Rheumatology*, 33, 1994, 123-128.

-
- ³⁰⁵ Nadal, D., Wunderli, W., Briner, H., Hansen, K.: Prevalence of Antibodies to *Borrelia burgdorferi* in forestry workers and blood donors from the same region in Switzerland, *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 8, 1989, 992-995.
- ³⁰⁶ Nakama, H., Muramatsu, K., Uchikawa, K., Yamagishi, T.: Possibility of Lyme disease as an occupational disease - seroepidemiological study of regional residents and forestry workers; *Asia-Pacific J Publ Health*, 7, 1994, 214-217.
- ³⁰⁷ Reimer, B., Erbas, B., Lobbichler, K., Truckenbrodt, R., Gartner-Kothe, U., Kapeller, N., Hansen, M., Fingerle, V., Wilske, B., Sonnenburg, v.F.: Seroprevalence of *Borrelia* Infection in Occupational Tick-Exposed People in Bavaria (Germany), Poster 24 beim VIth International Potsdam Symposium on Tick-borne Diseases, Berlin, 26-27. April, 2001, Abstractband, BgVV, Berlin, 2001.
- ³⁰⁸ Truckenbrodt, R., Lobbichler, K., Reimer, B., Erbas, B., von Sonnenburg, F., Fingerle, V., Wilske, B.: Prävalenz von Antikörpern gegen *Borrelia burgdorferi* bei beruflich exponierten Personen, Poster 60, 41. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin, 25.-28. April 2001, Erlangen, Abstractband, Erlangen, 2001.
- ³⁰⁹ Kienholz, S.: Epidemiologische Studie zur Erfassung der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) nördlich der Donau, im besonderen im Raum Aschaffenburg und Umgebung (zirka 80 km), *Wiener Klin Wschr*, 22, 1989, 790-791.
- ³¹⁰ Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: BIA-Report 4/2001, Grenzwerteliste 2000, Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit, Eigenverlag, St. Augustin, 2001, 24.
- ³¹¹ Wiegand, B.: Occurrence and distribution of dust and endotoxins in pig house air. In: Proc. 8. Int.Congr. Animal Hyg., 12.-16.9.94, St. Paul, MN, USA, 1994, AH 86-89.
- ³¹² Vinzents P.S.: Mass distribution of inhalable aerosols in swine buildings, *Am Ind Hyg Assoc J*, 55, 1994, 977-980.
- ³¹³ RKI: Wichtige Infektionskrankheiten in Deutschland – zur Situation im Jahr 1999, Teil 1: Darminfektionen (Gastroenteritiden) – 2. Folge: Enterohämorrhagische Escherichia-coli-Infektionen (EHEC), *Epi Bull* 34/2000, 271.
- ³¹⁴ Verordnung über die Ausdehnung der Meldepflicht nach § 3 des Bundes-Seuchengesetzes auf das enteropathische hämolytisch-urämische Syndrom (HUS) und die Infektion durch enterohämorrhagische Escherichia coli (EHEC) vom 9. November 1998, BGBI I, 1998, 3425.
- ³¹⁵ Ammon, A., Mehnert, W.H., Schöneberg, I., Hellenbrand, W., Haas, W.: Infektionen mit EHEC beim Menschen, in: Hartung, M. (Hrsg.): Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 1999, BgVV-Hefte 08/2000, Eigenverlag, Berlin, 2000, 117-119.
- ³¹⁶ Hartung, M.: Mitteilungen der Länder über VTEC/STEC-Nachweise in Deutschland, in: Hartung, M. (Hrsg.): Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 1999, BgVV-Hefte 08/2000, Eigenverlag, Berlin, 2000, 121-125.
- ³¹⁷ Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD, Berlin: Absenkung des Luftgrenzwertes für Ammoniak – Schriftstück, 27.08.1999, 5.
- ³¹⁸ Roth, L.: Sicherheitsdaten, MAK-Werte, Loseblattausgabe mit Ergänzungslieferungen, ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg, 1978, 13. Erg. Lfg 11/2000, 58.
- ³¹⁹ Deary, I.J., Willock, J., McGregor, M.: Stress in farming, *Occupational Health and Industrial Medicine*, 37, 1997, 64.
- ³²⁰ Gericke, S., Schellschmidt, B.: Gesundheitliche Bewertung von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten und Häutungshemmern. In: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Schwammspinner-Kalamität im Forst. – Mitteilungen der

Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 293, Berlin, Eigenverlag, 1993.

³²¹ Fachinformation „Umwelt und Gesundheit“ des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen und des GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit: Der Schwammspinner (10.2.1), Stand 02.05.1994; <http://www.bayern.de/STMLU/umwberat/ubbspi.htm>

³²² Damgaard, P.H., Granum, P.E., Bresciani, J., Torregrossa, M.V., Eilenberg, J., Valentino, L.: Characterization of *Bacillus thuringiensis* isolated from infections in burn wounds. *FEMS Immunol Med Microbiol* 18, 1997, 47-53.

³²³ Green, M., Heumann, M., Sokolow, R., Foster, L.R., Bryant, R., Skeels, M.: Public health implications of the microbial pesticide *Bacillus thuringiensis*: an epidemiological study, Oregon, 1985-1986. *Am J Public Health*, 80, 1990, 848-852.

³²⁴ Jackson, S.G., Goodbrand, R.B., Ahmed, R., Kasatiya, S.: *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* isolated in a gastroenteritis outbreak investigation, *Lett Appl Microbiol*, 21, 1995, 103-105.

³²⁵ Anonymous: Risikofaktoren für sporadische EHEC-bedingte Erkrankungen: Deutschlandweite Fall-Kontroll-Studie läuft an, *Epi Bull* 13/2001, 91-92.

³²⁶ Hartung, M. (Hrsg.): Bericht über die epidemiologische Situation der Zoonosen in Deutschland für 1999, BgVV-Hefte 08/2000, Eigenverlag, Berlin, 2000.

³²⁷ Krull, T.M.: Studien zur Bedeutung der Kälbercryptosporidiose und deren medikamenteller Bekämpfung mit Halofuginon, Diss Vet Med Hannover, 2000.

³²⁸ Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Huhnhuhn (Hühner-Salmonellen-Verordnung) vom 11. April 1994 (BGBl. I S. 770), geändert durch Verordnung vom 21. Dezember 2000 (BGBl. I S. 1879).

³²⁹ Verordnung zum Schutz gegen die Salmonellose der Rinder (Rinder-Salmonellose-Verordnung) in der Neufassung vom 14. November 1991, BGBl I, 1991, 2118.

³³⁰ Verordnung zum Schutz gegen die Tuberkulose des Rindes (Tuberkulose-Verordnung) in der Neufassung vom 13. März 1997, BGBl I, 1997, 454.

³³¹ Verordnung zum Schutz gegen die Brucellose der Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen (Brucellose-Verordnung) in der Fassung vom 28. Oktober 1993 (BGBl. I S. 1821), zuletzt geändert durch Art. 4 der Verordnung vom 24. November 1995, BGBl. I, 1995, S549.

³³² Verordnung über hygienische Anforderungen beim Halten von Schweinen (Schweinehaltungshygieneverordnung - SchHaltHygV) vom 7. Juni 1999 (BGBl. I S. 1252), geändert durch Verordnung vom 18. April 2000 (BGBl. I S. 531).

³³³ Parma, A.-E., Sanz, M.E., Blanco, J.E., Blanco, J., Viñas, M.R., Blanco, M., Pandola, N.L., Etcheverría, A.I.: Virulence genotypes and serotypes of verotoxigenic *Escherichia coli* isolated from cattle and foods in Argentina, *Eur J Epidemiol*, 16, 2000, 757-762.

³³⁴ Steinberg, R.: Biologische Arbeitsstoffe in der Abwasserwirtschaft - Belastungen und Beanspruchungen von Beschäftigten in Arbeitsbereichen der Abwasserwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Gefährdung durch Biologische Arbeitsstoffe, Dissertation Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, ATV-DVWK (Hrsg.), GFA, Hennef, 2001, 338.

³³⁵ Vogelzang, P.F.J., van der Gulden, J.W.J., Preller, L., Heederik, D., Tielen, M.J.M., van Schayck, C.P.: Respiratory Morbidity in Relationship to Farm Characteristics in Swine Confinement Work: Possible Preventive Measures, *Am J Ind Med*, 30, 1996, 212-218.

³³⁶ Bongers, P., Houthuijs, D., Remijn, B., Brouwer, R., Biersteker, K.: Lung function and respiratory symptoms in pig farmers, *Br J Ind Med*, 44, 1987, 819-823.

-
- ³³⁷ Preller, L., Heederik, D., Boleij, J.S.M., Vogelzang, P.F.J., Tielen, M.J.M.: Lung function and chronic respiratory symptoms of pig farmers: focus on exposure to endotoxins and ammonia and use of disinfectants, *Occupational and Environmental Medicine*, 52, 1995, 654-660.
- ³³⁸ Choma, D., Westeel, V., Dubiez, A., Gora, D., Meyer, V., pernet, D., Polio, J.C., Madroszyk, A., Gibey, R., Laplante, J.J., Depierre, A., Dolphin, J.C.: Respective influence of occupational and personal factors on respiratory function in dairy farmers, *Rev Mal Respir*, 15, 1998, 765-772.
- ³³⁹ Slocombe, R.F., Derksen, F.J., Robinson, N.E.: Comparison of pathophysiologic changes in the lungs of calves challenge exposed with *Escherichia coli*-derived endotoxin and *pastuerella haemolytica*, alone and in combination, *Am J Vet Res*, 50, 1989, 701-707.
- ³⁴⁰ Carpenter, G.A., Cooper, A.W., Wheeler, G.E.: The effect of air filtration on air hygiene and pig performance in early-weaner accommodation, *Anim Prod*, 43, 1986, 505-515.
- ³⁴¹ Siepelmeyer, F.J.: Erkrankungen des Respirationstraktes durch Schimmelpilze bei Haussäugetieren unter besonderer Berücksichtigung der Allergie, *Diss Vet Med Hannover*, 1982.
- ³⁴² Höhling, A.: Auswirkungen von verschimmeltem Futter, chronischer Pansenazidose sowie Schwefel-Zulagen auf die Protozoenpopulation im Pansen (in vitro) *Diss Vet Med Hannover*, 2000
- ³⁴³ Behrendt, U.: Der Einfluss differenzierter Bewirtschaftungsintensität von Niedermooren auf die Entwicklung von Mikroorganismen-Gesellschaften in der Phyllosphäre von Gräsern, *Diss. Univ. Gießen*, 2000, ZALF-Bericht 45, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF), Eigenverlag, Müncheberg, 2001.
- ³⁴⁴ Bartz, J., Hartung, J.: Staubmessung am Pferd mit einem "Personal Sampler", http://www.tiho-hannover.de/einricht/itt/jb_txt.htm
- ³⁴⁵ Müller-Wening, D., Renck, T.: Holzschnitzelalveolitis – schwerer Schub nach inhalativer Provokation, *Pneumologie*, 53, 1999, 364-368.
- ³⁴⁶ Stosch, B.: Schöne Bescherung - Tips & Service: Alles über die richtige Einstreu, *Cavallo – Das Magazin für aktives Reiten*, 10/2000, 10-23.
- ³⁴⁷ Kösters, J., Müller, W.: Über die Arbeitsbedingungen in Geflügelintensivhaltungen, *Mitteilungen der DLG*, 37, 1969, 1146-1148.
- ³⁴⁸ EU-Verordnung über den ökologischen Landbau 2092/1991 und Ergänzungsverordnungen (1257/1999 und 1804/1999), zitiert nach: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, <http://www.pro-nrw.de>
- ³⁴⁹ AGÖL (Hrsg.): Rahmenrichtlinien für den ökologischen Landbau, Eigenverlag, Darmstadt, 2000.
- ³⁵⁰ Biokreis (Hrsg.): Richtlinien des Biokreis Landwirtschaft – Gartenbau – Imkerei, Eigenverlag, Passau. <http://www.biokreis-online.de/rili3.html>
- ³⁵¹ Bioland – Verband für ökologischen Landbau (Hrsg.): Die Bioland Richtlinien Stand: 23./24.04.01, Eigenverlag, Mainz, 2001. Mainz
- ³⁵² Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Artgerechte Tierhaltung, <http://www.pro-nrw.de>.
- ³⁵³ Anonymous: Erste Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, im Herbst 2001 von Bundestag und Bundesrat verabschiedet, <http://www.verbraucherministerium.de/tierschutz/hennenhaltungsverordnung.pdf>

-
- ³⁵⁴ Arden, M., Lehnert, H.: Tierschutz: Schluss mit dem Alleingang der Länder, top agrar 07/2001, Spezialprogramm Schweinehaltung, S2-S5.
- ³⁵⁵ Anonymous: Kälber: Spaltenböden weiter erlaubt, top agrar 07/2001, 30.
- ³⁵⁶ Bioland-Verband: Öko-Landbau schafft mehr Arbeitsplätze, Pressemitteilung, 30. März 1998. <http://naturkost.de/aktuell/980330b.htm>
- ³⁵⁷ IG Bauen Agrar Umwelt: Rinderseuche BSE: IG BAU fordert Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung von landwirtschaftlichen Arbeitsplätzen, Pressemitteilung, 18.01.2001.
- ³⁵⁸ Euronatur, Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft (Gemeinsame Plattform von Verbänden aus Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft, Tierschutz und Verbraucherschutz): Auf dem Weg zu einer neuen Agrarpolitik in der Europäischen Union, Eigenverlag Stiftung Europäisches Naturerbe, Rheinbach, 2001.
- ³⁵⁹ Steinberg, R.: Biologische Arbeitsstoffe in der Abwasserwirtschaft - Belastungen und Beanspruchungen von Beschäftigten in Arbeitsbereichen der Abwasserwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Gefährdung durch Biologische Arbeitsstoffe, Dissertation Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, ATV-DVWK (Hrsg.), GFA, Hennef, 2001, 364.
- ³⁶⁰ Helfrich, M.: Zur Prävention von Berufsdermatosen bei Auszubildenden in Metallberufen, Dissertation, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 2001.
- ³⁶¹ Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin: Leitlinie – Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen bei Belastung durch atembaren alveolengängigen Staub (A-Staub), Stand 2001; http://www-dgaum.med.uni-rostock.de/leitlinien/a_staub.htm
- ³⁶² Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe: TRBA 300 – Entwurf Stand 10/2001.
- ³⁶³ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsprojekt F 5180: Berufliche Gefährdung der Landwirte durch Hantaviren, geplantes Ende: 31.01.2002.
- ³⁶⁴ Dosman, J.A., Senthilselvan, A., Kirychuk, S.P., Lemay, S., Barber, E.M., Willson, P., Cormier, Y., Hurst, T.S.: Positive human health effects of wearing a respirator in a swine barn, Chest, 118, 2000, 852-860.
- ³⁶⁵ Haig, D. McK., McInnes, C.J., Hutchison, G., Seow, H.F., Reid, H.W.: Cyclosporin A abrogates the acquired immunity to cutaneous reinfection with the parapoxvirus orf virus, Immunology, 89, 1996, 524-531.
- ³⁶⁶ Peeters, P., Senneseael, J.: Parapoxvirus orf in kidney transplantation, Nephrol Dial Transplant, 13, 1998, 531.
- ³⁶⁷ Degraeve, C., De Coninck, A., Senneseael, J., Roseeuw, D.: Recurrent contagious ecthyma (Orf) in an immunocompromised host successfully treated with cryotherapy, Dermatology, 198, 1999, 162-163.
- ³⁶⁸ Chochon, F., Kanfer, A., Rondeau, E., Sraer, J.D.: Lyme disease in a kidney transplant recipient, Transplantation, 57, 1994, 1687-1688.
- ³⁶⁹ Slovut, D.P., Benedetti, E., Matas, A.J.: Babesiosis and hemophagocytic syndrome in an asplenic renal transplant recipient, Transplantation, 62, 1996, 537-539.
- ³⁷⁰ Perdrizet, G.A., Olson, N.H., Krause, P.J., Banever, G.T., Spielman, A., Cable, R.G.: Babesiosis in a renal transplant recipient acquired through blood transfusion, Transplantation, 70, 2000, 205-208.
- ³⁷¹ Gatermann, W., Loos, M. (Herausgeber der deutschen Ausgabe): Medizinische Mikrobiologie (Mims, C.A., Playfair, J.H.L., Roitt, I.M., Wakelin, D., Williams, R.), Ullstein Mosby, Berlin, Wiesbaden, 1996, 500.
- ³⁷² Habedank, D., Habedank, B.: Infections after Tick-bites in Transplanted patients: Borreliosis and Babesiosis, Abstract 34, Abstractband des VIth International Potsdam Symposium on Tick-borne Diseases, 26.-27. April 2001, BgVV, Eigenverlag, Berlin, 2001.

³⁷³ Anonymous: Arbeitssicherheit: Streptokokken sind nicht nur für Schweine gefährlich!, <http://www.animal-health-online.de/drms/rinder/treptokokken.htm>

³⁷⁴ Isermeyer, F., Nieberg, H., Dabbert, S., Heß, J., Dosch, T., Prinz zu Löwenstein, F.: Bundesprogramm Ökologischer Landbau – Entwurf der vom BMVEL beauftragten Projektgruppe, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Eigenverlag, Braunschweig, 2001.

³⁷⁵ Grimm, E., Döhler, H.: Erstellung eines Gutachtens für einen deutschen Beitrag zur Vollzugsvorbereitung zur Umsetzung der IVU-Richtlinie für den Bereich der Intensivtierhaltung (Entwurf), UBA Vorhaben FKZ 360 08001, Stand November 2001, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Eigenverlag, Darmstadt, 2001.

Kapitel VI - Anhang

Einstufung:

- TRBA 450: Einstufungskriterien für Biologische Arbeitsstoffe
 TRBA 460: Einstufung von Pilzen in Risikogruppen
 TRBA 462: Einstufung von Viren in Risikogruppen
 Legaleinstufung Anhang III, Richtlinie 2000/54/EG [Risikogruppen]
 Merkblatt Sichere Biotechnologie – Eingruppierung biologischer Agenzien (BG Chemie):
 BGI 631: Viren (04/1998)
 BGI 632: Parasiten (08/1991)
 BGI 633: Bakterien (08/1998)
 BGI 634: Pilze (01/1998)

Sicherheitsmaßnahmen:

- TRBA 400: Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen
 TRBA 500: Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen
 TRBA 100: Schutzmaßnahmen für gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien
 TRBA 105: Sicherheitsmaßnahmen für gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 3**
 TRBA 120: Versuchstierhaltung
 TRBA 210: Abfallsortieranlagen: Schutzmaßnahmen
 TRBA 230: Landwirtschaftliche Nutztierhaltung
 Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS):
 Beschluss 601: Sicherheitstechnische Anforderungen zur Tuberkulosediagnostik in Laboratorien
 Beschluss 602: Spezielle Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Infektionen durch BSE-Erreger
 Beschluss 603: Empfehlung der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere für die Probenentnahme und die Durchführung diagnostischer Arbeiten im Rahmen der epidemiologischen BSE- und Scrapie-Überwachungsprogramme sowie der Untersuchung konkreter Verdachtsfälle

Tabelle A1: Hilfen für die Gefährdungsbeurteilung und die Ableitung von Schutzmaßnahmen

Tierart	Erreger – Krankheit des Tieres	Übertragungsweg	Krankheit des Menschen
			# Übertragung von Mensch zu Tier möglich
P	<i>Bacillus anthracis</i> – Milzbrand (Aufnahme oral: Sporen)	Kontakt – Hautverletzungen Oral (Fleisch) Aerosol/Staub	Milzbrand (95%: Haut) Darm Lunge
F	<i>Bordetella bronchiseptica</i> – Rhinitis, Pneumonie	Inhalation: Aerosol Kontakt - Bissverletzung	Fakultativ pathogen, respiratorische Symptome
E	<i>Bornavirus</i> – Bornasche Krankheit	Kontakt (??)	Psychische Erkrankungen: affektive Psychose, Depression (??)
R	<i>Brucella suis</i> – inapparente Infektion <i>Br. abortus</i> (selten) – Bursitis, Arthritis	Kontakt, Rohmilch, Schleimhaut (Auge)	---- Morbus Bang [#]
D	<i>Campylobacter jejuni</i> <i>C. coli</i> - inapparente Infektion, Fohlen: evtl. Durchfall	Kontakt – Schmierinfektion	Enteritis infectiosa [#]
	<i>Cryptosporidium spec.</i> – Kryptosporidiose, v.a. Fohlen: schwere Durchfälle	Kontakt – Schmierinfektion	Kryptosporidiose [#]
P	<i>Dermanyssus gallinae</i> (rote Vogelmilbe) – Milbenbefall	Kontakt – Gerätschaften,	Milbenbefall
F	<i>Influenza A equi</i> 1-Virus, <i>Influenza A equi</i> 2-Virus – Pferdeinfluenza Pferdehusten	Kontakt – Aerosol	Influenza [#]
E	<i>Leptospira interrogans</i> <i>L. hardjo</i> , <i>L. canicola</i> , <i>L. pomona</i> , <i>L. icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. tarassovi</i> - inapparente Persistenz <i>L. grippotyphosa</i> – periodische Augenentzündung („Mondblindheit“)	Kontakt – Urin (Speichel, Milch, Fruchtwasser): Schleimhäute, kleine Wunden	Hardjo-Fieber M. Weil
R	<i>Pseudomonas pseudomallei</i> – Melioidose, Pseudorotz	Kontakt (Aerosol), Wasser 1975: Pferde in Frankreich	Melioidose
D	<i>Microsporum canis</i> , <i>M. gypseum</i> – Mikrosporie <i>Sarcoptes canis</i> , <i>S. bovis</i> u.a. – Milbenbefall, Räude	Kontakt – Putzzeug, etc.	Mikrosporie [#] (30%: <i>M. canis</i>) Milbenbefall
	<i>Pseudomonas mallei</i> – Malleus (Rotz)	Kontakt (früher weltweit, jetzt: Mongolei, China, Indien)	Rotz
	<i>Parainfluenza 3-Virus</i> – Händlerpneumonie	Kontakt (Aerosol)	Parainfluenza-Virus-Infektion [#]

P	<i>Salmonella abortus-equii</i> – Aborte, Kolik, Darmentzündung Seltener: <i>S. typhimurium</i> <i>S. enteritidis</i> <i>S. infantis</i> i.d. Regel: inapprente Infektion	Kontakt – Schmierinfektion Orale Aufnahme	----- Enteritis infectiosa[#] <i>S. enteritidis</i> : ~58% <i>S. typhimurium</i> : ~28% <i>S. infantis</i> : ~1%
F	<i>Streptococcus zooepidemicus</i> – Genitalinfektion, Fohlenlähme <i>Str. equi</i>	Kontakt	Hautinfektionen, oberflächliche Wundinfektionen[#] (selten: Septikämie, Sepsis)
E	<i>Tollwut-Virus</i> – Tollwut	Kontakt – Biss, Speichel	Tollwut
R	<i>Trichinella spiralis</i> – Trichinose	Verzehr von Fleisch (Inaktivierung: Erhitzen +77°C, Tieffrieren: -15°C, 20 Tage bzw. -30°C, 6 Tage)	Trichinose
D	<i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>T. quinckeum</i> , <i>T. verrucosum</i> , <i>T. equinum</i> , <i>T. schoenleinii</i> , <i>T. tonsurans</i> – Trichophytie	Kontakt – Putzzeug etc.	Trichophytie[#]
Tierart	Erreger – Krankheit des Tieres	Übertragungsweg	Krankheit des Menschen [#] Übertragung von Mensch zu Tier möglich
R	<i>Bacillus anthracis</i> – Milzbrand (Aufnahme oral: Sporen, tierische Produkte)	Kontakt – Hautverletzungen Oral (Fleisch) Aerosol/Staub	Milzbrand (95%: Haut) Darm Lunge
I	<i>Brucella melitensis</i> – Brucellose <i>Br. abortus</i> – seuchenhaftes Verwerfen	Kontakt, Rohmilch, Schleimhaut (Auge)	Maltafieber[#] Morbus Bang[#]
N	<i>Campylobacter jejuni</i> <i>C. coli</i> (Kalb) - inapprente Infektion, Kalb: evtl. Durchfall, Kuh: evtl. Mastitis	Kontakt – Schmierinfektion Rohmilch	Enteritis infectiosa[#]
D	<i>Coxiella burnetii</i> – Abort, inapprente Infektion	Inhalation: Speichel, Kot, Urin, Milch, Fruchtwasser, Lochien Selten: oral (Milch, Fleisch)	Q-Fieber
	<i>Cryptosporidium spec.</i> – Kryptosporidiose, v.a. Kalb: schwere Durchfälle	Kontakt – Schmierinfektion	Kryptosporidiose[#]
	<i>Cysticercus bovis</i> , <i>Cyst. inermis</i> – Befall mit Finnen von Taenia saginata, klinisch inapparent	Orale Aufnahme von Rinderfinnen	Mensch: Endwirt – <i>Taenia saginata</i> Bandwurmbefall
	<i>Dermanyssus gallinae</i> (rote Vogelmilbe) – Milbenbefall	Kontakt – Gerätschaften,	Milbenbefall

R	<i>Escherichia coli</i> : EHEC – enterohämorrhagische <i>E. coli</i> – Durchfall (v.a. Kälber), inapparente Persistenz	Kontakt – Schmierinfektion, Lebensmittel	Enteritis infectiosa [#] : Durchfälle, Hämorragische Colitis, Komplikation. Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS) (v.a. Kleinkinder, ältere Menschen), thrombotisch-thrombozytopenische Purpura
I			
N	<i>Fasciola hepatica</i> (großer Leberegel) – Fasziolose	Orale Aufnahme (Metazerkarien) über rohe Pflanzen	Fasziolose
D	<i>Influenza A-Viren</i> (H_3N_2) – (u.U. symptomlose) Infektion	Kontakt (Aerosol)	Influenza [#]
	<i>Kuhpocken-Virus</i> (<i>Orthopoxvirus bovis</i>) – Kuhpocken	Kontakt	Kuhpocken [#]
R	<i>Leptospira interrogans</i> <i>L. hardjo</i> , <i>L. grippotyphosa</i> – Abort <i>L. pomona</i> – ansteckende Gelbsucht <i>L. icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. tarassovi</i> – inapparente Persistenz	Kontakt – Urin (Speichel, Milch, Fruchtwasser): Schleimhäute, kleine Wunden	Hardjo-Fieber
I			M. Weil
N	<i>Listeria monocytogenes</i> – Listeriose	Kontakt (selten), Rohmilch, rohes Fleisch; Keimreservoir: Erdboden	Listeriose
D	<i>Maul- und Kluauenseuche-Viren</i> (Serotypen A, O, C) – Maul- und Kluauenseuche	Kontakt (erleichtert: Wunden), Rohmilch, Fleisch, Gegenstände	Maul- und Kluauenseuche : Primärblase, Ausschlag [#]
R	<i>Mycobacterium bovis</i> – Rindertuberkulose <i>M. tuberculosis</i> , <i>M. avium</i> – symptomlos / lokale Prozesse (Tuberkulinprobe positiv)	Oral: Rohmilch, rohes Fleisch Kontakt: kl. Hautwunden Inhalation: Aerosol	Darm tuberkulose Hauttuberkulose, Augen-Tbc Lungentuberkulose
I	<i>Parainfluenza 3-Virus</i> – Händlerpneumonie + Adeonviren, Reoviren: Rindergrippe, enzootische Bronchopneumonie	Kontakt (Aerosol)	Parainfluenza-Virus-Infektion [#]
N	<i>Parapoxvirus bovis</i> 1 – Stomatitis pustulosa	Kontakt – kleine Wunden	Bläschen und Papeln
D	<i>Parapoxvirus bovis</i> 2 – Euterpocken, „falsche“ Kuhpocken	Kontakt	Melkerknoten [#]
	<i>Pasteurella multocida</i> – Pasteurellose: Hämorragische Septikämie, Faktorenkrankheit	Kontakt – Biss- / Kratzverletzungen	Wundinfektion, Abszesse, Lymphadenitis
	<i>Salmonella abortus bovis</i> – Abort <i>S. typhimurium</i> <i>S. enteritidis</i> <i>S. panama</i> , <i>S. infantis</i> i.d. Regel: inapparente Infektion, Ausscheidung Kälber: Durchfall, Gelenkschwellung, Mortalität ≤ 50%	Kontakt – Schmierinfektion Orale Aufnahme über kontaminierte Lebensmittel	----- Enteritis infectiosa [#] <i>S. enteritidis</i> : ~58% <i>S. typhimurium</i> : ~28% <i>S. infantis</i> : ~1%
	<i>Sarcoptes canis</i> , <i>S. bovis</i> u.a. – Milbenbefall, Räude	Kontakt – Putzzeug etc.	Milbenbefall

R I N D	<i>Streptococcus agalactiae</i> – Mastitis (Str. der Gruppe B !) <i>Str. pneumoniae</i> – Pneumonie (Kalb) <i>Str. zooepidemicus</i> – Mastitis <i>B-hämolsierende Streptokokken (Lancefield Gruppe L)</i> – symptomlos	Kontakt, Milch Kontakt, Aerosol Kontakt	Meningitis (Säugling), Cystitis, Oopheritis etc. (Frau) Lungenentzündung, Endocarditis Hautinfektionen , oberflächliche Wundinfektionen [#] (selten: Septikämie, Sepsis)
	<i>Tollwut-Virus</i> – Tollwut	Kontakt – Biss, Speichel	Tollwut
	<i>Trichophyton verrucosum</i> – Trichophytie, Rinderflechte, Kälberflechte	Kontakt – Putzzeug etc.	Trichophytie [#]
	<i>Yersinien pseudotuberculosis</i> – inapparente Infektion <i>Y. enterocolitica</i> – inapparente Infektion, evtl. Durchfall	Schmierinfektion, Lebensmittel	Yersiniose [#] , Pseudotuberkulose
	Tierart Erreger – Krankheit des Tieres	Übertragungsweg	Krankheit des Menschen [#] Übertragung von Mensch zu Tier möglich
S C H W E I N	<i>Bacillus anthracis</i> – Milzbrand (Aufnahme oral: Sporen, tierische Produkte)	Kontakt – Hautverletzungen Oral (Fleisch) Aerosol/Staub	Milzbrand (95%: Haut) Darm Lunge
	<i>Bordetella bronchiseptica</i> – Rhinitis atrophicans, Pneumonie	Inhalation: Aerosol Kontakt - Bissverletzung	Fakultativ pathogen, respiratorische Symptome
	<i>Brucella suis</i> <i>Br. Abortus</i> <i>Br. Melitensis</i> - inapparente Infektion, Aborte	Kontakt, Wunden, Schleimhaut (Auge)	----- Morbus Bang [#] Maltafieber [#]
	<i>Campylobacter coli</i> <i>C. jejuni</i> - inapparente Infektion	Kontakt – Schmierinfektion	Enteritis infectiosa [#]
	<i>Cryptosporidium spec.</i> – Kryptosporidiose	Kontakt – Schmierinfektion	Kryptosporidiose [#]
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> – Rotlauf, z.T. latente Infektion	Kontakt (Wunde)	Rotlauf
	<i>Escherichia coli</i> : <i>EHEC</i> – enterohämorrhagische <i>E. coli</i> – Durchfall (v.a. Ferkel), inapparente Persistenz	Kontakt – Schmierinfektion, Lebensmittel	Enteritis infectiosa [#] : Durchfall, Hämmorrhagische Colitis, Komplikation. Hämolysisch-urämisches Syndrom (HUS) (v.a. Kleinkinder, ältere Menschen), thrombotisch-thrombozytopenische Purpura
	<i>Influenza A-Viren</i> – Schweineinfluenza, asymptomatische Infektion	Kontakt (Aerosol)	Influenza [#] , Schwein: Reservoir

S	<i>Leptospira interrogans</i> <i>L. canicola</i> , <i>L. grippotyphosa</i> , <i>L. pomona</i> , <i>L. tarassovi</i> – Abort <i>L. icteroohaemorrhagiae</i> – inapparente Persistenz	Kontakt – Urin (Speichel, Milch, Fruchtwasser): Schleimhäute, kleine Wunden	Canicola-, Hardjo-Fieber, Schweinhüterkrankheit M. Weil
C			
H	Maul- und Klaulenseuche-Viren (Serotypen A, O, C) – Maul- und Klaulenseuche	Kontakt (erleichtert: Wunden), Rohmilch, Fleisch, Gegenstände	Maul- und Klaulenseuche : Primärblase, Ausschlag [#]
W	<i>Mycobacterium bovis</i> , <i>M. avium</i> , <i>M. tuberculosis</i> – Schweinetuberkulose (v.a. Darmtuberkulose) symptomlos / lokale Prozesse (Tuberkulinprobe positiv)	Oral: rohes Fleisch Kontakt: kl. Hautwunden Inhalation: Aerosol	Darmtuberkulose Hauttuberkulose , Augen-Tbc Lungentuberkulose [#]
E	<i>Pasteurella multocida</i> – Pasteurellose: Faktorenkrankheit bei z.B. Mykoplasmeninfektion	Kontakt – Biss- / Kratzverletzungen	Wundinfektion , Abszesse, Lymphadenitis
I	<i>S. cholerae-suis</i> – Ferkeltyphus <i>S. typhimurium</i> <i>S. enteritidis</i> <i>S. panama</i> , <i>S. infantis</i> i.d. Regel: inapparente Infektion, Ausscheidung	Kontakt – Schmierinfektion Orale Aufnahme über kontaminierte Lebensmittel	----- Enteritis infectiosa [#] <i>S. enteritidis</i> : ~58% <i>S. typhimurium</i> : ~28% <i>S. infantis</i> : ~1%
N	<i>Sarcopetes canis</i> , <i>S. bovis</i> u.a. – Milbenbefall, Räude	Kontakt – Putzzeug etc.	Milbenbefall
S	<i>Streptococcus suis</i> Typ 2 – inapparente Infektion (Tonsillen, langandauernd); Meningoenzephalitis, Lymphadenitis	Kontakt	Hautinfektionen , oberflächliche Wundinfektionen [#] (auch: Meningitis, Arthritis, Pneumonie, Sepsis) Haut-, Mund-, Rachen-, Puerperalinfektion [#] Haut-, Wundinfektion [#]
C	<i>Str. equisimilis</i> – Septikämie, Arthritis, Puerperalinfektion <i>Str. zooepidemicus</i> – Mastitis β-hämolsierende Streptokokken (Lancefield Gruppe L) – symptomlos	Kontakt	
H		Kontakt	
W	SVD-Virus - Bläschenkrankheit	Kontakt	Grippeähnliche Erkrankung, Bläschen auf Haut oder Schleimhaut, Myokarditis
E	<i>Taenia solium</i> - Schweinebandwurmbefall	Lebensmittel, Aufnahme der Finnen Schmierinfektion (Bw-Eier)	Taeniasis Zystizerkose
I	Tollwut-Virus – Tollwut <i>Trichinella spiralis</i> – Trichinose	Kontakt – Biss, Speichel Verzehr von Fleisch (Inaktivierung: Erhitzen +77°C, Tieffrieren: -15°C, 20 Tage bzw. -30°C, 6 Tage)	Tollwut Trichinose
	<i>Trichophyton verrucosum</i> – Trichophytie, Rinderflechte, Kälberflechte	Kontakt – Putzzeug etc.	Trichophytie [#]

N	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i> – inapparente Infektion <i>Y. enterocolitica</i> – inapparente Infektion, evtl. Durchfall	Schmierinfektion, Lebensmittel	Yersiniose [#] , Pseudotuberkulose
Tierart	Erreger – Krankheit des Tieres	Übertragungsweg	Krankheit des Menschen
			[#] Übertragung von Mensch zu Tier möglich
S	<i>Brucella melitensis</i> – inapparente Infektion, Aborte, Mastitis <i>Br. suis</i> <i>Br. Abortus</i>	Kontakt, Lebensmittel	Maltafieber
C			----
H	<i>Bacillus anthracis</i> – Milzbrand (Aufnahme oral: Sporen, tierische Produkte)	Kontakt – Hautverletzungen Oral (Fleisch) Aerosol/Staub	Milzbrand (95%: Haut) Darm Lunge
A	<i>Campylobacter</i> (selten) – inapparente Infektion	Kontakt, Lebensmittel (Rohmilch)	----
	<i>Chlamydia psittaci</i> – Abort	Kontakt, Nachgeburt	Chlamydien-Infektion: grippeähnliche Symptome, Pneumonie, Orchitis, Abort
F	<i>Coxiella burnetii</i> – Abort, inapparente Infektion	Inhalation: Speichel, Kot, Urin, Milch, Fruchtwasser, Lochien Selten: oral (Milch, Fleisch)	Q-Fieber
	<i>Cryptosporidium spec.</i> – Kryptosporidiose, v.a. Kalb: schwere Durchfälle	Kontakt – Schmierinfektion	Kryptosporidiose [#]
Z	<i>Dermanyssus gallinae</i> (rote Vogelmilbe) – Milbenbefall (Ziege)	Kontakt – Gerätschaften,	Milbenbefall
I	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> – latente Infektion, Rotlauf	Kontakt (Wunde)	Rotlauf
E	<i>Fasciola hepatica</i> (großer Leberegel) – Fasziolose	Orale Aufnahme (Metazerkarien) über rohe Pflanzen	Fasziolose
G	<i>Francisella tularensis</i> - Tularämie (Schaf)	Kontakt Lebensmittel	Lokale Entzündung, hämatogene Streuung - Tularämie
E	<i>Leptospira interrogans</i> : <i>L. grippotyphosa</i> , <i>L. pomona</i> – Abort <i>L. hardjo</i> – inapparente Persistenz <i>L. icterohaemorrhagiae</i> – inapparente Persistenz	Kontakt – Urin (Speichel, Milch, Fruchtwasser): Schleimhäute, kleine Wunden	Schweinehüterkrankheit Hardjo-Fieber M.Weil
	<i>Listeria monocytogenes</i> – Listeriose	Kontakt (selten), Rohmilch, rohes Fleisch; Keimreservoir: Erdboden	Listeriose
	<i>Maul- und Klauenseuche-Viren</i> (Serotypen A, O, C) – Maul- und Klauenseuche	Kontakt (erleichtert: Wunden), Rohmilch, Fleisch, Gegenstände	Maul- und Klauenseuche : Primärblase, Ausschlag [#]
	<i>Pasteurella multocida</i> – Pasteurellose: Hämorrhagische Septikämie bei Schaflämmern, Faktorenkrankheit	Kontakt – Biss- / Kratzverletzungen	Wundinfektion , Abszesse, Lymphadenitis
	<i>Parapoxvirus ovis</i> – Pustulardermatitis, Ecthyma contagiosum, Orf (Lippengrind, Fußgrind)	Kontakt, evtl. Aerosol	Orf : papulöse / granulomatöse, krustenförmige Hautveränderungen [#]

S	<i>S. typhimurium</i> <i>S. enteritidis</i> i.d. Regel: inapparente Infektion, Ausscheidung	Kontakt – Schmierinfektion Orale Aufnahme über kontaminierte Lebensmittel	Enteritis infectiosa[#] S. enteritidis: ~58% S. typhimurium: ~28% S. infantis: ~1%
C H A F	<i>Sarcoptes canis, S. bovis</i> u.a. – Milbenbefall, Räude	Kontakt – Putzzeug etc.	Milbenbefall
	<i>Str. zooepidemicus</i> – Mastitis β-hämolsierende Streptokokken (Lancefield Gruppe L) – symptomlos	Kontakt	Hautinfektionen , oberflächliche Wundinfektionen [#] (selten: Septikämie, Sepsis)
	Tollwut-Virus – Tollwut	Kontakt – Biss, Speichel	Tollwut
	Toxoplasmose - Abort	Lebensmittel (Fleisch, Innereien)	Toxoplasmose
	<i>Trichophyton verrucosum</i> – Trichophytie, Rinderflechte, Kälberflechte	Kontakt – Putzzeug etc.	Trichophytie[#]
	Trichostrongyliose	Schmierinfektion (Larven)	Magendarmwurmbefall
Tierart	Erreger – Krankheit des Tieres	Übertragungsweg	Krankheit des Menschen [#] Übertragung von Mensch zu Tier möglich
H U H N T A U B E G E F L Ü	<i>Campylobacter jejuni</i> <i>C. coli</i> (selten) - inapparente Infektion	Kontakt – Schmierinfektion	Enteritis infectiosa[#]
	<i>Chlamydia psittaci</i> – latente Infektion	Kontakt (aerogen: Staub)	Chlamydiose, Ornithose
	<i>Cryptococcus neoformans</i>	Staub – aerogen	Kryptokokkose[#]
	<i>Dermanyssus gallinae</i> (rote Vogelmilbe) – Milbenbefall	Kontakt – Gerätschaften,	Milbenbefall
	<i>Influenza A-Viren</i> – Geflügelpest > 100 Stämme (auch H ₃ N ₂): (a)symptomatische Infektion	Kontakt – Aerosol	Geflügelpest: nicht pathogen Influenza[#]
	<i>Mycobacterium avium</i> – Geflügeltuberkulose selten: <i>M. bovis</i>	Oral: Eier Kontakt: kl. Hautwunden Inhalation: Aerosol (Kot)	Darmtuberkulose Hauttuberkulose, Augen-Tbc Lungentuberkulose (v.a. bei Immunsuppression)
	Newcastle-Virus - Newcastle-Krankheit (Nutzgeflügel)	Kontakt – aerogen (Impfstoff!)	Grippeähnliche Symptome
	<i>S. arizona</i> – (Puten-)Kükenkrankheit <i>S. typhimurium</i> <i>S. enteritidis</i> <i>S. panama, S. infantis</i> i.d. Regel: inapparente Infektion, Ausscheidung (auch Eier !!)	Kontakt – Schmierinfektion Orale Aufnahme über kontaminierte Lebensmittel	---- Enteritis infectiosa[#] S. enteritidis: ~58% S. typhimurium: ~28% S. infantis: ~1%

G E L	β -hämolsierende Streptokokken (Lancefield Gruppe L) – symptomlos	Kontakt	Hautinfektionen , oberflächliche Wundinfektionen [#] (selten: Septikämie, Sepsis)
	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i> – inapparente Infektion <i>Y. enterocolitica</i> – inapparente Infektion		Yersiniose [#] , Pseudotuberkulose
Tierart	Erreger – Krankheit des Tieres	Übertragungsweg	Krankheit des Menschen
			[#] Übertragung von Mensch zu Tier möglich
Ratte Maus	<i>Leptospira interrogans</i> : <i>L. bataviae</i> , <i>L. grippotyphosa</i> (Maus, Ratte) <i>L. icterohaemorrhagiae</i> (Ratte)	Kontakt – Urin (Speichel, Fruchtwasser): Schleimhäute, kleine Wunden	Reisfeldfieber, Sumpffieber M. Weil
	<i>Spirillum minus</i> , Sp. <i>Moniliformis</i>	Biss von Ratten	Rattenbissfieber , -krankheit
	Hantaviren	Inhalation - Urin	Nephropathia epidemica
Durch Vektoren übertragbare Erkrankungen			
Zecken	<i>Babesia microti</i>	Saugen	Babesiose
	<i>Borrelia duttonii</i>	Saugen	Endemisches Rückfallfieber
	<i>Ehrlichia monocytogenes</i>	Saugen	Ehrlichiose
	<i>Francisella tularensis</i>	Saugen	Lokale Entzündung, hämatogene Streuung - Tularämie
	<i>FSME-Virus</i>	Saugen	FSME, russ. FSME
	<i>Borrelia burgdorferi</i>	Saugen	Lyme-Borreliose
	<i>Coxiella burnetii</i>	Inhalation: Zeckenkot Saugen: Zeckenstich	Q-Fieber
Laus	<i>Borrelia recurrentis</i>	Läusehämolymphe	Epidemisches Rückfallfieber
	<i>Rickettsia prowazekii</i>	Läusekot	Fleckfieber
Mücke	(Sandfliegen)		Pappataci-Fieber
	(Stechmücken)		West-Nile-Fieber

Tabelle A2 zu Kapitel I – Einleitung - Zoonosen: Synopse - Krankheitserreger bei Tier und Mensch - Mitteleuropa

Name der Studie	Teilnehmer	Probanden – Analysengrundlage	Fragebogen	Besonderheiten, Charakteristika
Querschnittstudie Südbaden	3 Expositionsguppen Forstwirte Freizeitexponierte Nicht-Exponierte	Ziel: 160 Probanden pro Gruppe = 480 Probanden; erfasst: n=556 FSME: n=447 Borreliose (IFT): n=550	Tabelle A4-1	1995-1996 Altersstandardisierte Auswertung der Infektionsrisiken Prädiktoren für erhöhte Zeckenstichprävalenz und Infektionsrisiken
Substudie Landwirte in Südbaden	Zufallsstichprobe n=1000 Rücklauf: 32,2%	Ziel: 250 Probanden N=316 (eingeschlossen) Wichtung auf n=120	Tabelle A4-2	1997, Auswertung innerhalb des Kollektivs (nur Landwirte) Auswertung mit dem Kollektiv der Querschnittstudie Südbaden: gewichtet auf n=120 Personen, altersstandardisiert
Fall-Kontroll-Studie Südbaden	N=54 FSME-Patienten N=246 zufällig ausgewählte Personen	N=50 Fälle N=150 Kontrollen bzw. N=49 Fälle N=147 Kontrollen (für Analyse in Bezug auf Beruf)	Tabelle A4-1	Patienten (1994-1996): FSME klinisch und serologisch eindeutig diagnostiziert, Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Freiburg, Ausschluss: fehlende Berufsanamnese Kontrollen (1996): Zufallsstichprobe: Patienten der Abteilung Unfallchirurgie, Klinik für Chirurgie, Universitätsklinik Freiburg, Ausschluss: FSME-Impfung, fehlende Berufsanamnese 1:3 Matchung, nach Alter und Geschlecht
Kirchzartener Praxenstudie	Nach Alter und Geschlecht repräsentative Stichprobe der Bevölkerung im Dreisamtal	Ziel: 500 Probanden N=676 Wichtung auf n=500	Tabelle A4-3	1996 Bestimmung der Seroprävalenz in einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe Analyse von Prädiktoren für ein erhöhtes FSMEV- und Borrelien-Infektionsrisiko FSMEV-Serologie: Western blot-Ergebnisse
Querschnittstudie Elsass	3 Expositionsguppen Berufliche Exposition Freizeitexposition Keine Exposition	Ziel: 160 Probanden pro Gruppe = 480 Probanden; FSME: n=594 Borreliose: n=616	Tabelle A4-4	1996-1997 Altersstandardisierte Auswertung der Infektionsrisiken, Vergleich mit Südbaden Berufliche Exposition: v.a. Landwirte – Colmar Freizeit- / keine Exposition: v.a. Strasbourg FSMEV-Serologie: Western blot-Ergebnisse
Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland	3 Expositionsguppen: Forstwirte Freizeitexponierte Nicht-Exponierte	Ziel: 160 Probanden pro Gruppe = 480 Probanden; FSME: n=407 Borreliose: n=643	Tabelle A4-5	2000 Prädiktoren für B.b.- / FSMEV-Seropositivität Zeckenstichhäufigkeit, Risikofaktoren für Zeckenstiche Altersstandardisierte Auswertung des Infektionsrisikos (Vergleich mit Südbaden)

Tabelle A3: Charakteristika der Studien zur Epidemiologie zeckenbedingter Erkrankungen beim Menschen

Tabelle A4-1 bis A4-5: Fragebogen – Studien zu zeckenbedingten Erkrankungenⁱ

FREIBURGER ZECKENSTUDIE																																																																																																												
<p>1. Name _____ Vorname _____</p> <p>Strasse _____ PLZ / Wohnort _____ (notwendig für die Zuwendung des Untersuchungsergebnisses)</p> <p>2. Geschlecht weiblich <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/></p> <p>3. Alter _____ Jahre</p> <p>4. Beruf</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">Beruf / Waldaufenthalt</th> </tr> <tr> <td>Forstberufe</td> <td>häufig im Wald</td> <td>selten / nie im Wald</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>5. Wie viele Jahre haben Sie in den folgenden Berufen gearbeitet?</p> <p>Förster / Forstbeamter _____ Waldbauer _____ Gärtner _____ Anderer(1) > _____ Anderer(2) > _____ Anderer(3) > _____</p> <p>6. Wie viele Kinder haben Sie? <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</p> <p>7. Wieviele Geschwister haben Sie? <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</p> <p>8. Haben Sie Haustiere? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja falls ja: <input type="checkbox"/> Hunde <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 und mehr <input type="checkbox"/> Katzen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 und mehr</p>	Beruf / Waldaufenthalt			Forstberufe	häufig im Wald	selten / nie im Wald				<p>9a. Wie lange wohnen Sie insgesamt schon im Südschwarzwald / Breisgau / Ortenau? (Das dunkle Gebiet auf nebenstehender Karte 1)</p> <p>_____ Jahre/Monate >>></p> <p>Wie hoch liegt Ihr Wohnort in etwa? _____ Meter über dem Meeresspiegel (NN)</p> <p>9b. Haben Sie in den letzten 10 Jahren in einem oder mehreren der dunkel markierten Gebiete gewohnt oder Urlaub gemacht (siehe Raum Freiburg, Karte 1 für Deutschland, Karte 2 für Ausland)?</p> <p style="text-align: center;">>>></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Region (siehe Karten 1 und 2)</th> <th style="width: 50%;">Dauer des Aufenthalts (nur Gefahrengebiete !!)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Überbach / Konstanz</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Tübingen</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Stuttgart</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Heidelberg</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Niederbayern/Ostbayern</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Neue Bundesländer</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>umiges innerhalb Deutschland</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Südschweden / Süddänemark / Åland-Inseln / Gotland</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>östl. südl. Österreich</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Slowenien / Nordkroatien</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Polen</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Ungarn</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>Tschechische Rep./Slowak. Rep.</td> <td>Monate</td> </tr> <tr> <td>umiges außerhalb Deutschland</td> <td>Monate</td> </tr> </tbody> </table> <p>10. Haben Sie folgende Hobbies / Gewohnheiten?</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Beeren sammeln / Pilze sammeln</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Jagd</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Fahrradfahren</td> <td><input type="checkbox"/> Waldlauf, Wandern</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Arbeit im eigenen Garten</td> <td><input type="checkbox"/> Milch direkt vom Bauern</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Reisen</td> <td></td> </tr> </table> <p>11. Wie oft wurde bei Ihnen Immunglobulin als Vorbeugung gegen eine FSME - Infektion verabreicht?</p> <p><input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> 1x <input type="checkbox"/> 2x <input type="checkbox"/> 3x <input type="checkbox"/> 4x <input type="checkbox"/> 5x <input type="checkbox"/> 6x <input type="checkbox"/> 7x <input type="checkbox"/> 8x <input type="checkbox"/> 9x <input type="checkbox"/> 10x</p> <p>12. Wieviele Zeckenstiche hatten Sie im letzten Jahr? <input type="checkbox"/> keinen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4-10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> > 20</p> <p>13. Sind bei Ihnen schon einmal folgende Beschwerden oder Krankheiten aufgetreten oder diagnostiziert worden? <input type="checkbox"/> Meningitis (Hirnhautentzündung) <input type="checkbox"/> Enzephalitis (Hirrentzündung) <input type="checkbox"/> Borreliose <input type="checkbox"/> FSME (Frühsummer-Meningoenzephalitis) <input type="checkbox"/> Gelenksbeschwerden / rheumal. Beschwerden <input type="checkbox"/> wandernde flächige Hautrötung</p> <p>14. Impfungen sind ein effektives Mittel, um Infektionen zu vermeiden. Bitte kreuzen Sie an, welche Impfungen bei Ihnen schon durchgeführt wurden und in welchem Jahr die letzte Impfung stattgefunden hat.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ja</th> <th>nein</th> <th>weil nicht</th> <th>Jahr der letzten Impfung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Masern</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mumps</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Röteln</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Windpocken</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hepatitis A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hepatitis B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tetanus</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Polio (Kinderlähmung)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diphtherie</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gelbfieber</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FSME</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">VIelen Dank für Ihre Mithilfe!</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Bundesamt für</p>	Region (siehe Karten 1 und 2)	Dauer des Aufenthalts (nur Gefahrengebiete !!)	Überbach / Konstanz	Monate	Tübingen	Monate	Stuttgart	Monate	Heidelberg	Monate	Niederbayern/Ostbayern	Monate	Neue Bundesländer	Monate	umiges innerhalb Deutschland	Monate	Südschweden / Süddänemark / Åland-Inseln / Gotland	Monate	östl. südl. Österreich	Monate	Slowenien / Nordkroatien	Monate	Polen	Monate	Ungarn	Monate	Tschechische Rep./Slowak. Rep.	Monate	umiges außerhalb Deutschland	Monate	<input type="checkbox"/> Beeren sammeln / Pilze sammeln	<input type="checkbox"/> Jagd	<input type="checkbox"/> Fahrradfahren	<input type="checkbox"/> Waldlauf, Wandern	<input type="checkbox"/> Arbeit im eigenen Garten	<input type="checkbox"/> Milch direkt vom Bauern	<input type="checkbox"/> Reisen			ja	nein	weil nicht	Jahr der letzten Impfung	Masern					Mumps					Röteln					Windpocken					Hepatitis A					Hepatitis B					Tetanus					Polio (Kinderlähmung)					Diphtherie					Gelbfieber					FSME				
Beruf / Waldaufenthalt																																																																																																												
Forstberufe	häufig im Wald	selten / nie im Wald																																																																																																										
Region (siehe Karten 1 und 2)	Dauer des Aufenthalts (nur Gefahrengebiete !!)																																																																																																											
Überbach / Konstanz	Monate																																																																																																											
Tübingen	Monate																																																																																																											
Stuttgart	Monate																																																																																																											
Heidelberg	Monate																																																																																																											
Niederbayern/Ostbayern	Monate																																																																																																											
Neue Bundesländer	Monate																																																																																																											
umiges innerhalb Deutschland	Monate																																																																																																											
Südschweden / Süddänemark / Åland-Inseln / Gotland	Monate																																																																																																											
östl. südl. Österreich	Monate																																																																																																											
Slowenien / Nordkroatien	Monate																																																																																																											
Polen	Monate																																																																																																											
Ungarn	Monate																																																																																																											
Tschechische Rep./Slowak. Rep.	Monate																																																																																																											
umiges außerhalb Deutschland	Monate																																																																																																											
<input type="checkbox"/> Beeren sammeln / Pilze sammeln	<input type="checkbox"/> Jagd																																																																																																											
<input type="checkbox"/> Fahrradfahren	<input type="checkbox"/> Waldlauf, Wandern																																																																																																											
<input type="checkbox"/> Arbeit im eigenen Garten	<input type="checkbox"/> Milch direkt vom Bauern																																																																																																											
<input type="checkbox"/> Reisen																																																																																																												
	ja	nein	weil nicht	Jahr der letzten Impfung																																																																																																								
Masern																																																																																																												
Mumps																																																																																																												
Röteln																																																																																																												
Windpocken																																																																																																												
Hepatitis A																																																																																																												
Hepatitis B																																																																																																												
Tetanus																																																																																																												
Polio (Kinderlähmung)																																																																																																												
Diphtherie																																																																																																												
Gelbfieber																																																																																																												
FSME																																																																																																												

Tabelle A4-1: Fragebogen für die Querschnittsstudie Südbaden und die FSME-Fall-Kontroll-Studie

ⁱ Da die Bedeutung der Impfung gegen Gelbfieber und gegen Japanische Enzephalitis für Kreuzreaktionen im FSME-ELISA bei der Durchführung der ersten Untersuchung noch nicht in vollem Ausmaß erkannt worden waren, wurden die entsprechenden Impfungen erst bei den chronologisch später durchgeführten Studien erfragt.

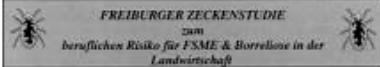
		5. Angaben zur beruflichen Tätigkeit <small>(bitte ankreuzen, nur 1 Kreuz)</small>																				
1. Adresse Name, Vorname: _____ Straße, Hausnr: _____ PLZ, Ort: _____		a) Sind Sie <input type="checkbox"/> Betriebsinhaber <input type="checkbox"/> Betriebspächter <input type="checkbox"/> mittelender Familienangehöriger <input type="checkbox"/> Angestellter <input type="checkbox"/> Auszubildender <input type="checkbox"/> Saisonkraft / Aushilfe <input type="checkbox"/> sonstiges, nämlich: _____ <small>(bitte nennen)</small>																				
		b) Wieviele Wochenstunden arbeiten Sie zur Zeit durchschnittlich im Betrieb? Zur Zeit etwa _____ Stunden pro Woche.																				
		6. Betriebsstruktur a) Wieviele Hektar bewirtschaftet der Betrieb, in dem Sie tätig sind, insgesamt? _____ ha <small>(bitte nennen)</small>																				
		b) Davon sind etwa (bitte jeweils in Hektar eintragen): _____ ha Ackerbau _____ ha Obstbau _____ ha Gemüsebau _____ ha Weizbau _____ ha Wald _____ ha Wiese/Weide _____ ha ställgelegte Fläche _____ ha anderes, nämlich: _____ <small>(bitte nennen)</small>																				
4. Bisherige Berufe: Wieviele Jahre haben Sie in den folgenden Berufen gearbeitet? <small>(bitte eintragen)</small>		c) Arbeit der Betrieb: <input type="checkbox"/> "konventionell" <input type="checkbox"/> "biologisch" <input type="checkbox"/> vermischt <small>(bitte ankreuzen, nur 1 Kreuz)</small>																				
_____ Jahre Landwirtschaftlicher Beruf _____ Jahre Förster / Forstbeamter _____ Jahre Waldarbeiter _____ Jahre Gärtner _____ Jahre Anderer(1): _____ <small>(bitte nennen)</small> _____ Jahre Anderer(2): _____ <small>(bitte nennen)</small> _____ Jahre Anderer(3): _____ <small>(bitte nennen)</small>		7. Wieviele Kinder haben Sie? <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> mehr																				
8. Wieviele Geschwister haben Sie? <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> mehr		13. Sind bei Ihnen schon einmal folgende Beschwerden oder Krankheiten aufgetreten oder diagnostiziert worden? <input type="checkbox"/> Meningitis (Hirnhautentzündung) <input type="checkbox"/> Enzephalitis (Hirnentzündung) <input type="checkbox"/> Borreliose <input type="checkbox"/> FSME (Früh Sommer-Meningoenzephalitis) <input type="checkbox"/> Gelenkbeschwerden / rheumat. Beschwerden <input type="checkbox"/> wandernde flächige Haut/Übel																				
9. Haben Sie Haustiere? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja falls ja: <input type="checkbox"/> Hunde <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 und mehr <input type="checkbox"/> Katzen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 und mehr		14. Impfungen: Bitte kreuzen Sie an, welche der folgenden Impfungen bei Ihnen schon einmal durchgeführt wurden und in welchem Jahr die letzte Impfung stattgefunden hat. <table border="1" data-bbox="885 1439 1345 1567"> <thead> <tr> <th>Impfung</th> <th>ja</th> <th>nein</th> <th>weil nicht</th> <th>Jahr der letzten Impfung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tetanus (Wundstarckampf)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Giftfieber</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>FSME (Zecken-Hirnhautentzündung)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table>	Impfung	ja	nein	weil nicht	Jahr der letzten Impfung	Tetanus (Wundstarckampf)				19	Giftfieber				19	FSME (Zecken-Hirnhautentzündung)				19
Impfung	ja	nein	weil nicht	Jahr der letzten Impfung																		
Tetanus (Wundstarckampf)				19																		
Giftfieber				19																		
FSME (Zecken-Hirnhautentzündung)				19																		
10. a) Wie lange wohnen Sie insgesamt schon im Südschwarzwald / Breisgau / Ortenau? _____ Jahre/Monate		VIelen Dank für Ihre Mithilfe!																				
b) Wie hoch liegt Ihr Wohnort in etwa? _____ Meter über dem Meeresspiegel (NN)		<i>Die Freiburger Forschungsstelle für Arbeits- und Sozialmedizin (FFAS) plant für das nächste Jahr eine weitere Studie zu beruflichen Belastungen in der Landwirtschaft. Dürfen wir dann nochmals auf Sie zukommen?</i>																				
11. Haben Sie folgende Hobbies / Gewohnheiten? <small>(bitte alle zutreffenden Hobbies/Gewohnheiten ankreuzen)</small>		<input type="checkbox"/> Beersammeln / Pilze sammeln <input type="checkbox"/> Wildwerk / Jagd <input type="checkbox"/> Fahrradfahren <input type="checkbox"/> Waldlauf, Wandern <input type="checkbox"/> Arbeit im eigenen Garten <input type="checkbox"/> Milch direkt vom Bauern <input type="checkbox"/> Reiten <input type="checkbox"/> Camping																				
12. Hatten Sie schon einmal einen Zeckenstich? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> weiß nicht		Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen mit dem beiliegenden Freiumschlag an uns zurück. Danke!																				
Wenn ja, wieviele Zeckenstiche hatten Sie in den letzten 12 Monaten? <input type="checkbox"/> keinen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4-10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> > 20		<small>©1997 FFAS Freiburger Forschungsstelle Arbeits- & Sozialmedizin</small> <small>Postfach 5171, D-7901 Freiburg (bodensee) Postfach 5171, D-7901 Freiburg</small> <small>Telefon: 0761-8 25 28 • Fax: 0761-3 34 32</small> <small>E-Mail: rustling@zul.uni-freiburg.de (oder) ffas.freiburg@t-online.de</small>																				

Tabelle A4-2: Fragebogen für die Substudie Landwirte in Südbaden

FREIBURGER ZECKENSTUDIE PRÄXENBEFRAGUNG										
1. Name _____ Vorname _____										
Straße _____ PLZ / Wohnort _____ (notwendig für die Zersendung des Untersuchungsergebnisses)										
2. Geschlecht weiblich <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/>										
3. Alter _____ Jahre										
4. Beruf										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Beruf / Waldaufenthalt</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">Forstberufe</td> <td style="width: 33%;">häufig im Wald</td> <td style="width: 33%;">selten / nie im Wald</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Beruf / Waldaufenthalt			Forstberufe	häufig im Wald	selten / nie im Wald			
Beruf / Waldaufenthalt										
Forstberufe	häufig im Wald	selten / nie im Wald								
5. Wie viele Jahre haben Sie in den folgenden Berufen gearbeitet?										
Förster / Forstbeamter _____ Waldarbeiter _____ Gärtner _____ Andere(1) > _____ Andere(2) > _____ Andere(3) > _____ (alle nennen)										
6. Wieviele Kinder haben Sie?										
<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6										
7. Wieviele Geschwister haben Sie?										
<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8										
8. Haben Sie Haustiere?										
<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja falls ja: <input type="checkbox"/> Hunde <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 und mehr <input type="checkbox"/> Katzen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 und mehr										

9a. Wie lange wohnen Sie insgesamt schon im Südschwarzwald / Breisgau / Ortenau?
(Das dunkle Gebiet auf nebenstehender Karte 1) _____ > > >

Jahre/Monate

Wie hoch liegt Ihr Wohnort in etwa?

_____ Meter über dem Meeresspiegel (NN)

9b. Haben Sie in den letzten 10 Jahren in einem oder mehreren der **dunkel markierten** Gebiete gewohnt oder Urlaub gemacht (ohne Raum Freiburg, Karte 1 für Deutschland, Karte 2 für Ausland)? _____ > > >

Region (siehe Karten 1 und 2)	Dauer des Aufenthalts (nur Gefahrengebiete !!)
Lörrach / Konstanz	Monate
Tübingen	Monate
Stuttgart	Monate
Heidelberg	Monate
Niederbayern/Ostbayern	Monate
Neue Bundesländer	Monate
sonstiges innerhalb Deutschland	Monate
Südschweden / Südfinnland/ Aland-Inseln / Gotland	Monate
östl./südl. Österreich	Monate
Slowenien / Nordkroatien	Monate
Polen	Monate
Ungarn	Monate
Tschechische Rep./Slowak. Rep.	Monate
sonstiges außerhalb Deutsch- land	Monate

10. Haben Sie folgende Hobbies / Gewohnheiten?

- Beeren sammeln / Pilze sammeln Waidwerk / Jagd
 Fahrradfahren Waldlauf, Wandern
 Arbeit im eigenen Garten Milch direkt vom Bauern
 Reisen

11. Wie oft wurde bei Ihnen Immunglobulin als Vorbeugung gegen eine FSME - Infektion verabreicht?
 nie
 1x 2x 3x 4x 5x 6x 7x 8x 9x 10x
12. Wieviele Zeckenstiche hatten Sie im letzten Jahr?
 keinen
 1 2 3 4-10 10-20 > 20
13. Sind bei Ihnen schon einmal folgende Beschwerden oder Krankheiten aufgetreten oder diagnostiziert worden?
 Meningitis (Hirnhautentzündung)
 Enzephalitis (Hirnentzündung)
 Kerebellitis
 FSME (Frühsummer-Meningoenzephalitis)
 Gelenkbeschwerden / rheumat. Beschwerden
 wandernde flächige Hautrötung
14. Impfungen sind ein effektives Mittel, um Infektionen zu vermeiden. Bitte kreuzen Sie an, welche Impfungen bei Ihnen schon durchgeführt wurden und in welchem Jahr die letzte Impfung stattgefunden hat.

	ja	nein	weiß nicht	Jahr der letzten Impfung
Masern				
Mumps				
Röteln				
Windpocken				
Hepatitis A				
Hepatitis B				
Tetanus				
Polio (Kinderlähmung)				
Diphtherie				
Gelbfieber				
FSME				

15. Grund des Arztbesuches: _____
 Symptome / Beschwerden: _____

VIelen Dank für Ihre Mithilfe! www.kirchzarten.de



Tabelle A4-3: Fragebogen für die Kirchzartener Praxenstudie

ENQUETE ALSACIENNE SUR LES MALADIES TRANSMISES PAR LES TIQUES																																					
<p>1. Nombre de Code _____</p> <p>Domicile _____ Code Postal _____ veuillez indiquer (avec "x") le lieu sur la carte --></p> <p>2. Sexe féminin <input type="checkbox"/> masculin <input type="checkbox"/></p> <p>3. Age _____ ans</p> <p>4. Profession / Loisir Profession forestière <input type="checkbox"/> Fréquemment en forêt <input type="checkbox"/> Rarement en forêt <input type="checkbox"/></p> <p>5. Pendant combien d'années avez-vous exercé les professions suivantes?</p> <p>Durée minimale de l'emploi: 6 mois</p> <p>_____ ans Gardé-forestier / Employé des eaux et forêts</p> <p>_____ ans Ouvrier forestier</p> <p>_____ ans Jardiner</p> <p>_____ ans Autre(1) > _____ (veuillez l'indiquer)</p> <p>_____ ans Autre(2) > _____ (veuillez l'indiquer)</p> <p>_____ ans Autre(3) > _____ (veuillez l'indiquer)</p> <p>6. Combien d'enfants avez-vous? <input type="checkbox"/> aucun <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6</p> <p>7. Combien de frères et sœurs avez-vous? <input type="checkbox"/> aucun <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</p> <p>8. Est-ce que vous avez des animaux domestiques? <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui si oui, lesquels? <input type="checkbox"/> chiens <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 et plus <input type="checkbox"/> chats <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 et plus <input type="checkbox"/> autres</p> <p>9a. Depuis combien de temps habitez-vous la région Alsace? _____ années/mois</p> <p>A quelle altitude se trouve votre lieu d'habitation? à _____ mètres sur le niveau de la mer</p> <p>9b. Avez-vous séjourné (vécu ou passé des vacances) dans d'autres régions françaises, au cours des dix dernières années et si oui, veuillez les indiquer sur la carte _____ ></p>	<p>9c. Avez-vous, dans cette même période de 10 années, séjourné dans une des régions suivantes et si oui combien de temps?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Région</th> <th>Durée du séjour</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Allemagne du Sud</td> <td>mois</td> </tr> <tr> <td>Suisse / Finlande du Sud</td> <td>mois</td> </tr> <tr> <td>Autriche du Sud, de l'Est</td> <td>mois</td> </tr> <tr> <td>Slavonie / Croatie du Nord</td> <td>mois</td> </tr> <tr> <td>Pologne</td> <td>mois</td> </tr> <tr> <td>Hongrie</td> <td>mois</td> </tr> <tr> <td>République Tchèque / Slovaquie</td> <td>mois</td> </tr> </tbody> </table> <p>10. Avez-vous une des habitudes suivantes ? <input type="checkbox"/> collecte de champignons/baies sauvages <input type="checkbox"/> chasse <input type="checkbox"/> vélo <input type="checkbox"/> marche, course à pied <input type="checkbox"/> jardinage <input type="checkbox"/> consommer du lait directement du producteur <input type="checkbox"/> monter à cheval <input type="checkbox"/> consommer du fromage au lait cru du producteur</p> <p>11. Y avait-il un délit administratif des immunoglobulines en prévention d'une méningo-encéphalite à tique ? <input type="checkbox"/> jamais <input type="checkbox"/> 1x <input type="checkbox"/> 2x <input type="checkbox"/> 3x <input type="checkbox"/> 4x <input type="checkbox"/> 5x <input type="checkbox"/> 6x <input type="checkbox"/> 7x <input type="checkbox"/> 8x <input type="checkbox"/> 9x <input type="checkbox"/> 10x</p> <p>12. Avez-vous subi des morsures de tiques au cours des années 1994 et 1995 ? si oui, combien ? <input type="checkbox"/> aucun <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4-10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> > 20</p> <p>13a. Avez-vous déjà souffert des maladies ou symptômes suivants (même pendant votre enfance) ? Veuillez indiquer l'année et le mois. <input type="checkbox"/> Méningo-encéphalite à tique _____ mois _____ an(s) <input type="checkbox"/> Encéphalite (inflammation des méninges) _____ mois _____ an(s) <input type="checkbox"/> Barriphose (maladie de Lyme) _____ mois _____ an(s) <input type="checkbox"/> Méningo-encéphalite à tique (Méningo-encéph. virus-entéovirus) _____ mois _____ an(s) <input type="checkbox"/> Douleurs articulaires / rhumatisme _____ mois _____ an(s) <input type="checkbox"/> Rythme migrain (crainte qui se répète) _____ mois _____ an(s)</p> <p>13b. Avez-vous pratiqué des contrôles sérologiques ? <input type="checkbox"/> Maladie de Lyme <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Encéphalite à tique <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>14. Des vaccinations peuvent être efficaces pour éviter des infections. Veuillez indiquer quelle vaccination a été effectuée et nous l'annotez de la dernière vaccination dans le tableau suivant.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>oui</th> <th>non</th> <th>je ne sais pas</th> <th>Année de la dernière vaccination</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fièvre jaune</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Encéphalite japonaise</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Encéphalite à tique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Région	Durée du séjour	Allemagne du Sud	mois	Suisse / Finlande du Sud	mois	Autriche du Sud, de l'Est	mois	Slavonie / Croatie du Nord	mois	Pologne	mois	Hongrie	mois	République Tchèque / Slovaquie	mois		oui	non	je ne sais pas	Année de la dernière vaccination	Fièvre jaune					Encéphalite japonaise					Encéphalite à tique				
Région	Durée du séjour																																				
Allemagne du Sud	mois																																				
Suisse / Finlande du Sud	mois																																				
Autriche du Sud, de l'Est	mois																																				
Slavonie / Croatie du Nord	mois																																				
Pologne	mois																																				
Hongrie	mois																																				
République Tchèque / Slovaquie	mois																																				
	oui	non	je ne sais pas	Année de la dernière vaccination																																	
Fièvre jaune																																					
Encéphalite japonaise																																					
Encéphalite à tique																																					

Merci d'avoir répondu à nos questions!

ENQUETE ALSCAINE SUR
LES MALADIES TRANSMISES PAR LES TIQUES

Zeckenstudie Bergisches Land / Sauerland

1. Name _____ Vorname _____

Strasse _____ PLZ / Wohnort _____
(notwendig für die Zusendung des Untersuchungsergebnisses)

2. Geschlecht
weiblich männlich

3. Alter _____ Jahre

4. Aufenthalt in der Natur / im Wald
 oft (auch beruflich) in der Freizeit - häufig in der Freizeit - (sehr) selten

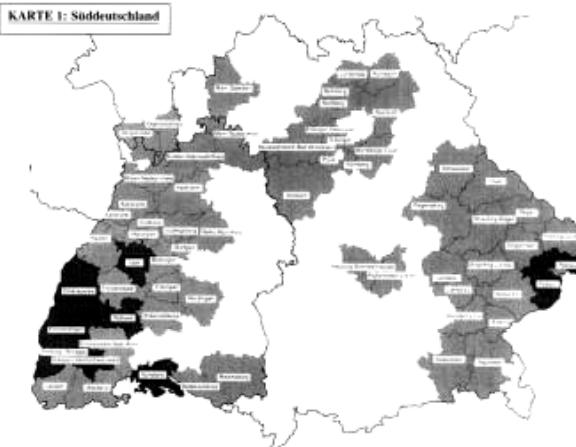
5a. Bitte kreuzen Sie auf der großen, außenliegenden Karte (DIN-A4) alle Orte an, an denen Sie sich regelmäßig in der Natur aufzuhalten bzw. aufgehalten haben (beruflich oder in der Freizeit).

5b. Wie lange wohnen Sie schon im Bergischen Land / Sauerland?
_____ Monate _____ Jahre

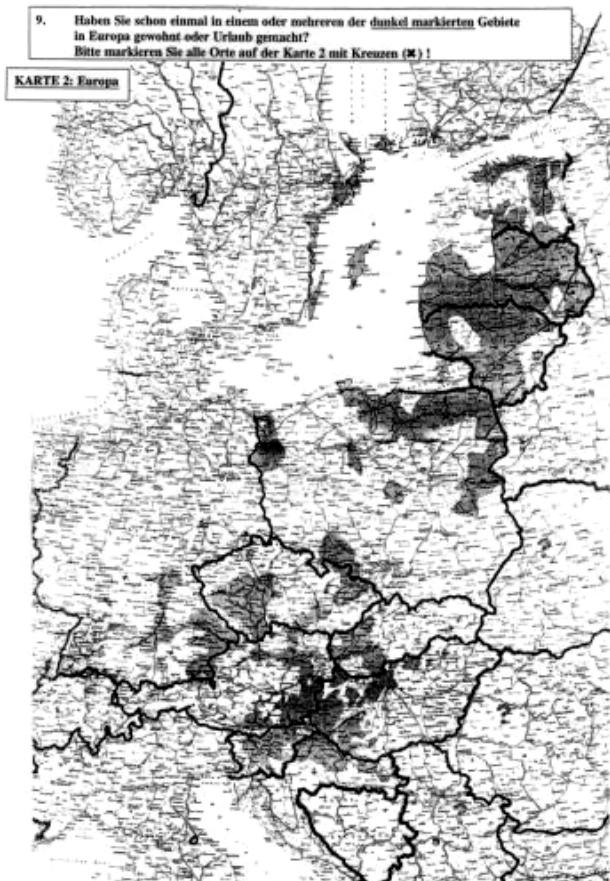
6. Wieviele Jahre haben Sie in den folgenden Berufen gearbeitet?
Förster / Forstbeamter/Waldarbeiter
Gärtner/Landwirt
Anderer Beruf im Freien _____ (sehr selten)
Anderer Beruf im Büro (o. a.) _____ (sehr selten)

7. Haben Sie Haustiere?
 ja nein
falls ja: Hunde Katzen

8a. Haben Sie schon einmal in einem oder mehreren der dunkel markierten Gebiete in Deutschland gewohnt oder Urlaub gemacht?
Bitte markieren Sie alle Orte auf der Karte 1 mit Kreuzen (x)!



8b. Wieviel Zeit haben Sie dort insgesamt verbracht?
_____ Monate _____ Jahre



10. Haben Sie folgende Hobbies / Gewohnheiten?
 Beerenmätschen / Pilze sammeln Waidwerk / Jagd
 Fahrradtäfeln Waldlauf, Wandern
 Arbeit im eigenen Garten Milch direkt vom Bauern
 Reisen Camping
 keines davon

11. Wurde Ihnen schon einmal nach einem Zeckenstich Immunglobulin als Vorbeugung gegen eine FSME – Infektion gespritzt?
 ja nein weiß nicht

12a. Hatten Sie schon einmal einen Zeckenstich?
 ja nein weiß nicht

12b. Wenn ja, wieviele Zeckenstiche hatten Sie im letzten Jahr?
 keinen 1 2 4-10 10-20 > 20

13. Sind bei Ihnen schon einmal folgende Beschwerden oder Krankheiten aufgetreten oder diagnostiziert worden?
 Meningitis (Hirnhautentzündung) Enzephalitis (Hirnentzündung)
 Borreliose FSME (Frühsummer-Meningoencephalitis)
 wandernde flächige Hautrötung Gelenkbeschwerden / rheumatische Beschwerden
 keine davon

14. Bitte kreuzen Sie an, welche Impfungen bei Ihnen schon durchgeführt wurden und in welchem Jahr die letzte Impfung stattgefunden hat.

	ja	nein	weiß nicht	Jahr der letzten Impfung
FSME				19
Tetanus (Wundstarrkrampf)				19
Gelbfieber				19

VIELEN DANK FÜR IHRE MITHILFE!
DAS BLUTERGEBNIS WIRD IHNEN ZUGESCHICKT! 66

Tabelle A4-5: Fragebogen für die Querschnittsstudie Bergisches Land / Sauerland

Studie	ELISA – Testkit	Untersuchendes Labor
Querschnittstudie Südbaden	FSME-Immunozym IgG ®, Immuno AG, Heidelberg	PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München
Substudie Landwirte	FSME-Immunozym IgG ®, Immuno AG, Heidelberg	Dr. Danielle Kampa, Institut für Med. Mikrobiologie und Hygiene, Abteilung Virologie, Universität Freiburg
Fall-Kontroll-Studie Südbaden	FSME-Immunozym IgG ®, Immuno AG, Heidelberg	PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München
Kirchzartener Praxenstudie	FSME-Immunozym IgG ®, Immuno AG, Heidelberg	Dr. Danielle Kampa, Institut für Med. Mikrobiologie und Hygiene, Abteilung Virologie, Universität Freiburg
Querschnittstudie Elsass	FSME-Immunozym IgG ®, Immuno AG; Heidelberg	PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München Dr. Danielle Kampa, Institut für Med. Mikrobiologie und Hygiene, Abteilung Virologie, Universität Freiburg
Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland	SERION ELISA classic FSME-Virus (TBE-Virus) IgG, Institut Virion-Serion GmbH, Würzburg	Dr. Rieger, Labor des Lehrstuhls Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Bergische Universität Wuppertal

Tabelle A5: Verwendete serologische Verfahren zum FSMEV-Antikörper-Nachweis

vor Absorption	nach Absorption	Bewertung
<1:16, 1:16, 1:32	----	negativ
	<1:16, 1:16	negativ
>1:32	1:32	grenzwertig
	>1:32	positiv

Tabelle A6: Nachweis von B.b.-spezifischen Antikörpern mittels IFT – Bewertung der Ergebnisse vor und nach Absorption an Reiter-Spirochäten

Studie	Serologische Verfahren	Untersuchendes Labor
Querschnittstudie Südbaden	ELISA** Enzygnost Borreliosis IgG ®, Behring, Marburg	PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München
	Immunfluoreszenztest (Bo23 – <i>B. afzelii</i> , Z 37 – <i>B.b. sensu strictu</i>)	Prof. Dr. Batsford, Abteilung Immunologie, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Universität Freiburg
Substudie Landwirte	Kein ELISA	
	Immunfluoreszenztest (Bo23 – <i>B. afzelii</i> , Z 37 – <i>B.b. sensu strictu</i>)	Prof. Dr. Batsford, Abteilung Immunologie, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Universität Freiburg
Kirchzartener Praxenstudie	ELISA** Enzygnost Borreliosis IgG ®, Behring, Marburg	PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München
	Immunfluoreszenztest (Bo23 – <i>B. afzelii</i> , Z 37 – <i>B.b. sensu strictu</i>)	Prof. Dr. Batsford, Abteilung Immunologie, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Universität Freiburg
Querschnittstudie Elsass	ELISA** Enzygnost Borreliosis IgG ®, Behring, Marburg	PD Dr. Tiller, Labor Mittererstraße, München
	Immunfluoreszenztest (Bo23 – <i>B. afzelii</i> , Z 37 – <i>B.b. sensu strictu</i>)	Prof. Dr. Batsford, Abteilung Immunologie, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Universität Freiburg
Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland	ELISA*** Borrelia Burgdorferi IgG ELISA ®, Novum Diagnostica GmbH – Vertrieb: Byk & DiaSorin	Dr. Rieger, Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, FB 14, Bergische Universität Wuppertal
	Immunfluoreszenztest (Bo23 - <i>B. afzelii</i> , Z 37 – <i>B.b. sensu strictu</i>) Western Blot (GsZ6 – <i>B.b. sensu strictu</i>)	Prof. Dr. Batsford, Abteilung Immunologie, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Universität Freiburg

** Verwendet wurde ein Detergens-Extrakt (OGP – Octylglucopyranosid) aus dem Stamm PKo (*B. afzelii*)

*** Verwendet wurden die rekombinante Antigene: p100 – Stamm Pko (*B. afzelii*), p18 – Stamm Pko (*B. afzelii*), OspC – Stamm B31 (*B. sensu stricto*), p41/1 – Stamm Pbi (*B. garinii*), p41/1 – Stamm Pko (*B. afzelii*)

Tabelle A7: Verwendete serologische Verfahren zum B.b.-Antikörper-Nachweis

Verfahrensschritt	Bedingungen
Antigen	FSMEV-Präparation aus Impfstoffproduktion; Stamm K23; inaktiviert mit Formaldehyd bzw. β -Propiolacton, gereinigt über Saccharosegradient
Vorbereitung des Antigens	<p>Ultrazentrifugation bei 40.000 rpm, 1,5Std., 4°C Beckmann–Ultrazentrifuge, Rotor SW 41 Ti Ultra-ClearTM-Tubes (Beckmann)</p> <p>Aufnahme in Probenpuffer:</p> <p>(5fach konzentriert):</p> <p>1,20ml 0,5M Tris pH 6,8 2,50ml 100% Glycerol 1,00ml 20% SDS 1,00ml 1% Bromphenolblau 3,80ml H₂O bidest.</p> <p>Aliquots (100μl entsprechend 55-60μg Antigen) Lagerung bei -20°C</p>
Herstellung des Elektrophorese-Gels (Mini-Gele)	<p>Sammelgel: 5% Acrylamid 1,400ml H₂O bidest. 0,330ml 30% Acrylamid-Mix 0,250ml 1M Tris pH 6,8 0,010ml 20% SDS 0,020ml 10% Ammonium-Persulfat 0,002ml TEMED</p> <p>Trenngel: 15% Acrylamid 1,100ml H₂O bidest. 2,500ml 30% Acrylamid-Mix 1,300ml 1,5M Tris pH 8,8 0,025ml 20% SDS 0,050ml 10% Ammonium-Persulfat 0,002ml TEMED</p> <p>Geldicke: 1mm</p>
Probenaufschluss	100 μ l Probe + 5 μ l Mercaptoethanol Kochen (95°C, 5 min.)
Elektrophorese (Antigen)	<p>ca. 55-60μg Antigen/Mini-Gel bzw. 2-3μg/Lane Low Molecular Weight (LMW) Calibration Kit, Pharmacia: 4,5μl</p> <p>Elektrophorese-Puffer:</p> <p>39g Tris-Base 144g Glycin 80ml 20% SDS 2000ml H₂O bidest.</p> <p>Elektrophorese-Bedingungen:</p> <p>Sammelgel: 50V, ca. 25 min.</p> <p>Trenngel: 70V, ca. 3-4 Std.</p> <p>Elektrophorese-Kammer: Mini-Protean II Cell (Fa. BioRad)</p>
Äquilibrieren des Gels	15 min. in Transfer-Puffer (s.u.) schwenken

Verfahrensschritt	Bedingungen
Elektrotransfer der Proteine auf Nitrozellulose (Western blot - „Tank Blotting“)	Nitrozellulose-Membran (PROTRAN, Fa. Schleicher & Schuell): Porengröße 0,2µm Transfer-Puffer: 25mM Na ₂ HPO ₄ in H ₂ O _{bidest.}
Kontrolle des Blot-Ergebnisses	(reversible) Färbung der Nitrozellulose mit Ponceau S-Lösung (1-3min., schwenken), Sichtbarmachen: 2-3 min. in mit Essigsäure angesäuertes H ₂ O _{bidest.} fotografische Dokumentation Auswaschen des Farbstoffes H ₂ O _{bidest.}
Blockieren unspezifischer Bindung	3%(w) Magermilchpulver in PBS* (1 Std.)
Vorbereitung / Lagerung	Schneiden der Streifen Trocknen Lagerung bei -80°C
Zum Gebrauch	Auftauen Waschen: 3x PBS mit 0,1% Tween 20, 1x PBS
Antikörpernachweis	Inkubationsbedingung: Raumtemperatur – Horizontalschüttler Inkubationsmedium: 3% (w) entrahmtes Milchpulver in PBS Seruminkubation: 1:100 – über Nacht Waschen: 3x PBS mit 0,1% Tween 20, 1x PBS Sekundärantikörper: anti-Human IgG (H+L) aus Maus, Fa. DAKO Inkubation: 1:1000 – 1 Std. Waschen: 3x PBS mit 0,1% Tween 20, 1x PBS Substratreaktion: 40 mg Diaminobenzidin (DAB), 40ml PBS, 200µl H ₂ O ₂ Inkubation: ca. 5 min. Blockieren der Reaktion: H ₂ O _{bidest.}

*PBS: phosphate-buffered saline, pH 7,4

Tabelle A8: Western blot zum Nachweis von FSMEV-spezifischen Antikörpern: Bedingungen bei Elektrophorese, Transfer und Inkubation

Biologischer Arbeitsstoff	Größe	Probe-nahmezeit	Filtermaterial (Durchmesser, Porengröße)	Mess-vorschrift
Bakterien	Einzelzellen ($\varnothing < 1 \mu\text{m}$, Länge $> 1 \mu\text{m}$), Zellaggregate; selten Sporen	$\leq 10 \text{ min.}$	Polycarbonat ($\varnothing 37 \text{ mm}$, PG 0,8 μm)	BIA-Merkblatt Kennziffer 9430
Schimmelpilze	Sporen ($\varnothing < 2-8 \mu\text{m}$) Einzelzellen, Hyphenbruchstücke ($\varnothing \geq 10 \mu\text{m}$), Zellaggregate	$\leq 60 \text{ min.}$	Polycarbonat ($\varnothing 37 \text{ mm}$, PG 0,8 μm)	BIA-Merkblatt Kennziffer 9420 TRBA 430
Endotoxine	an Partikel gebunden	$\leq 120 \text{ min.}$	Glasfaserfilter ($\varnothing 37 \text{ mm}$, Abscheidung ca. 0,3-0,5 μm), Borsilikatglas, bindemittelfrei, depyrogenisiert ($250^\circ\text{C}/30 \text{ min. bzw. } 180^\circ\text{C}/240 \text{ min.}$)	BIA-Merkblatt Kennziffer 9450

Tabelle A9: Charakteristika der durchgeführten Messungen luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe

CASO-Agar – Casein-Sojamehlpepton-Agar

universeller Agar: Wachstumsgrundlage vieler Mikroorganismen, auch Anzüchtung anspruchsvoller Mikroorganismen. Zusatz von Actidion zur Unterdrückung des Schimmelpilz- und Hefenwachstums.

Zusammensetzung:

Pepton aus Casein	15,0 g/l
Pepton aus Sojamehr	5,0 g/l
Natriumchlorid	5,0 g/l
Actidion (Cycloheximid)	0,3 g/l
Agar	16,0 g/l
pH 7,3 \pm 0,1	

DG-18-Agar – Dichloran-Glyzerin-Agar

selektiver Nachweis xerophiler Schimmelpilze; hohe „Wiederbelebungsrate“.

Chloramphenicol: zur Unterdrückung v.a. gramnegativer Bakterien.

Dichloran: zur Unterdrückung von mit Myzelien wachsenden Pilze.

Zusammensetzung:

Pepton	5,0 g/l
Glukose	10,0 g/l
Kaliumhydrogenphosphat	1,0 g/l
Magnesiumsulfat	0,5 g/l
Dichloran (=2,6-Dichlor-4-nitroanilin)	0,002 g/l
Chloramphenicol	0,1 g/l
Glyzerin	18 %
Agar	15,0 g/l
pH 5,6 \pm 0,2	

Tabelle A10: Zusammensetzung der beiden verwendeten Agar-Arten

Bakterien	
Extraktionslösung	10 ml Saline ⁺
Transport	4°C
Vortexen	4 min, kräftig
Verdünnungsreihe	Dezimal (1ml Suspension in 9 ml Saline)
Ausspatelung	Nähragar (CASO [*] , bzw. Spezialagar zur Bakterienidentifikation), Drigalski-Spatel Je 3 Parallelplatten
Bebrütung	30° C ± 1° C für 7 Tage
Schimmelpilze	
Transport	4°C – 25°C (≤ Bebrütungstemperatur)
Extraktionslösung	10 ml Saline mit Tween 80 (0,01%) auf Schüttler: 35-40° C, 15 min
Vortexen	4 min, kräftig
Verdünnungsreihe	Dezimal (1ml Suspension in 9 ml Saline)
Ausspatelung	Nähragar (DG-18 [#]) mit Drigalski-Spatel, je 3 Parallelplatten
Bebrütung	25° C ± 1° C für 7 Tage bzw. 37°C für <i>Aspergillus fumigatus</i> ⁱ
Endotoxine	
Transport	Gekühlt; trockenes, pyrogenfreies Behältnis
Extraktionslösung	10 ml – 30 ml pyrogenfreies Wasser
Schütteln	60 min, Horizontalschüttler
Zentrifugation	Aliquot, 10 min, 1000 g
Chromogen-kinetischer Limulustest	100 µl in Mikrotiterplatte

⁺ Saline: physiologische Kochsalzlösung (0,9% NaCl in destilliertem Wasser)

^{*} CASO-Agar: Casein-Sojamehlpepton-Agar (vgl. Tabelle A11, Anhang)

[#] DG-18-Agar: Dichloran-Glyzerin-Agar (vgl. Tabelle A11, Anhang)

Tabelle A11: Angewandte Nachweisverfahren für Bakterien, Schimmelpilze und Endotoxine

ⁱ Tabelle: Wachstumstemperaturen ausgewählter Schimmelpilzarten, in: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz (Kennzahl 9420), BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1989, 18. Lfg. IV/97.

Hof-Nummer	Messung: Biologische Arbeitsstoffe	Staubmessung
Hof 1	14.02.01	08.05.01
Hof 2	15.02.01	11.05.01
Hof 3	21.02.01	08.05.01
Hof 4	22.02.01	09.05.01
Hof 5	12.03.01	14.05.01
Hof 6	24.03.01	06.05.01
Hof 7	07.05.01	07.05.01
Hof 8	10.05.01	11.05.01

Tabelle A12: Chronologie der Messungen

Hof 1 – Milchviehhaltung								
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in °C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa	
Bakterien	Liegestall Eingangsbereich 11:05	10	8,0	51	0,2-0,7	sonnig, klar	983	981
Endotoxine		60						
Schimmelpilze		60						
Bakterien	Referenz vor dem Wohngebäude 12:57	10	13,4	40	0,6-1,6			981
Endotoxine		60						
Schimmelpilze	13:51	35						
Bakterien	Taubenstall 14:09	10	9,5	46	0,3-0,4			981
Endotoxine		30						
Bakterien	Futtertisch 14:46	10	9,7	48	0,3-0,5			981
Endotoxine		81						
Schimmelpilze		81						
Bakterien	Futtertisch, Fütterung, PG*) 16:22	10	9,5	51				981
Endotoxine		13						
Bakterien	Futtertisch, Gülleröhren 16:52	10	9,0	50				981
Endotoxine		12						
Bemerkungen: *) personengetragen								

Tabelle A13-1: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 1

Hof 2 – Milchviehhaltung, Geflügel (Legehennen, Mast)								
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in °C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa	
Bakterien	Liegestall Strohhäckseln, PG ^{*)} 10:45	10	11,4	41	0,2	sonnig, klar	985	
Endotoxine		11						
Schimmelpilze		11						
Bakterien	Referenz vor dem Wohngebäude 11:34	10	8,9	49	0,2			984
Endotoxine		60						
Schimmelpilze		60						
Bakterien	Liegestall Fütterung, Fressen der Tiere 12:48	10	14,2	40	0,1		984	
Endotoxine		75						
Schimmelpilze		75						
Bakterien	Hühnerstall 14:24	10	11,7	44	0,2		985	
Endotoxine		31						
Schimmelpilze		31						
Bakterien	Jungtierstall 15:08	10	10,9	52	0,1		984	
Endotoxine		30						
Schimmelpilze		30						
Bakterien	Trockenstall 15:50	10	9,0	50	0			
Endotoxine		30						
Schimmelpilze		33						
Bemerkungen: *) personengetragen								

Tabelle A13-2: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 2

Hof 3 – Milchviehhaltung, Bullenmast								
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in °C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa	
Bakterien	Liegestall Eingangsbereich 11:08	10	8,1	63	1,5	bewölkt, nieselig	978	
Endotoxine		30						
Schimmelpilze		30						
Bakterien	Futtertisch mit Silage 11:51 (12:56)	10	7,1 (5,3)	62 (71)	0,2-0,5			
Endotoxine		53						
Schimmelpilze		53						
Bakterien	Bullenmaststall Fütterung, PG ^{*)} 13:10	10	7,4	71	0,2		978 (977)	
Endotoxine		10						
Schimmelpilze		10						
Bakterien	Bullenmaststall, Gülleröhren 13:46 (14:00)	10	5,0 (4,5)	74 (82)	0-0,2		978 (977)	
Endotoxine		30						
Schimmelpilze		30						
Bakterien	Referenz, Stellplatz bei Wohngebäude 14:39	10	5,2	80	0,1		977	
Endotoxine		30						
Schimmelpilze		30						
Bemerkungen: *) personengetragen								

Tabelle A13-3: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 3

Hof 4 – Milchviehhaltung							
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in ° C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa
Bakterien	Liegestall Ausstreuen von Sägespäne; PG ^{*)} 11:40	10	8,2	56	0,01	bewölkt, Sprühregen	966
Endotoxine		10					
Schimmelpilze		10					
Bakterien	Futtertisch, Ruhe (links) 12:11	10	8,5	61	0,02		965
Endotoxine		60					
Schimmelpilze		60					
Bakterien	Futtertisch, Ruhe (rechts) 13:18	10	6,8	71	0,02		964
Endotoxine		84					
Schimmelpilze		84					
Bakterien	Referenz (Stellplatz) 15:10	10	4,5	70	0,14-0,29		963
Endotoxine		30					
Schimmelpilze		30					
Bemerkungen: *) personengetragen							

Tabelle A13-4: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 4

Hof 5 – Legehennenhaltung									
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in °C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa		
Bakterien	Stall: Bodenhaltung 12:08	10	18,4	53	0,01	heiter, wolkig	961		
Endotoxine		30							
Schimmelpilze		30							
Bakterien	Referenz vor der Bodenhal- tung (ca. 7 m Abstand) 13:02	10	13,4	49	1,5-3,5				
Endotoxine		30							
Schimmelpilze		30							
Endotoxine	Arbeitsplatz: Vorraum Bodenhal- tung 14:36	30	15,3	56	0,01				
Bakterien	Käfighaltung 2 (obere Etage, braunes Geflügel) 15:41	10	18,6-24,9	63-70	0-0,01				
Endotoxine		30							
Schimmelpilze		30							
Bakterien	Käfighaltung 2 (obere Etage, weißes Geflügel) 16:20	10	21,8	55	0,01				
Endotoxine		30							
Schimmelpilze		30							
Bakterien	Arbeitsplatz: Eiersammelstelle und Kontrolle 17:25	10	15,3	49	0,06				
Endotoxine		30							
Schimmelpilze		30							
Bemerkungen: *) personengetragen									

Tabelle A13-5: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 5

Hof 6 – Pferdestall – Einzelboxen (Stroh, Sägespäne)								
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in °C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa	
Bakterien	Ausmisten – Stroh Einzelbox 1 11:42	10	10,7	67	0,02	bedeckt, nieselig	962	
Endotoxine	Ausmisten – Stroh Einzelbox 1-3 11:42	61						
Schimmelpilze		61						
Bakterien	Ausmisten – Stroh Einzelbox 2, 11:56	10						
Bakterien	Ausmisten – Stroh Einzelbox 3, 12:20	10						
Bakterien	Ausmisten Sägespäne Einzelbox 4 12:50	10						
Endotoxine		37						
Schimmelpilze		37						
Endotoxine	Einstreuen Sägespäne Einzelbox 4 13:37	21	9,7	73	0,01			
Schimmelpilze		21						
Bakterien	Einstreuen – Stroh Stallbox 1 – 3 14:08	10						
Endotoxine		33						
Schimmelpilze		33						
Bakterien	Referenz vor dem Stall 14:53	10	10,1	81	1,32			
Endotoxine		33						
Schimmelpilze		33						
Bemerkungen: Alle Messungen (bis auf die Referenz) wurden personengetragen durchgeführt.								

Tabelle A13-6: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 6

Hof 7 – Pferdestall – Einzelboxen (Hanf)								
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in ° C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa	
Bakterien	Ausmisten – Hanf Einzelbox 1 11:56	10	12,5	51	0,02	sonnig, heiter	971	
Endotoxine	Ausmisten – Hanf Einzelbox 1-3 11:56	34						
Schimmelpilze		34						
Bakterien	Ausmisten – Hanf Einzelbox 2 12:10	10						
Bakterien	Ausmisten – Hanf Einzelbox 3 12:21	10						
Bakterien	Einstreuen – Hanf Einzelbox 1-3 13:26	10	12,0	55	0,02		971	
Endotoxine		20						
Schimmelpilze		20						
Bakterien	Referenz vor dem Stall	10	18,8	38	0,36-0,72		971	
Endotoxine		30						
Schimmelpilze		30						
Bemerkungen: Alle Messungen (bis auf die Referenz) wurden personengetragen durchgeführt.								

Tabelle A13-7: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 7

Hof 8 – Schweinestall								
Probe	Messort / Uhrzeit	Messdauer in Minuten	Lufttemperatur in °C (Stalltemperatur)	Relative Luftfeuchtigkeit in %	Windgeschwindigkeit in m/s	Wetterlage	Luftdruck in hPa	
Bakterien	Abspritzen des leeren Stalls mit HD * 11:52	12	22,5	47	0,03	sonnig, klar	973	
Endotoxine		12						
Schimmelpilze		12						
Bakterien	Aufenthalt im Stall * 12:20	10	23,0	38	0,04			
Endotoxine		10						
Schimmelpilze		10						
Bakterien	Referenz vor dem Wohngebäude 12:47	10	23,4	30	0,96-2,79			
Endotoxine		30						
Schimmelpilze		30						
Bakterien	Ruhemessung im Stall 13:24	10	23,0	338	0,04			
Endotoxine		30						

Bemerkungen:
*) personengetragen

Tabelle A13-8: Messung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe – klimatische Bedingungen bei den Messungen auf Hof 8

FFAS

Freiburger Forschungsstelle
Arbeits- und Sozialmedizin

Sudermannstr. 2
D - 79114 Freiburg

Tel. +49 (0)761/8 25 26
Fax +49 (0)761/8 34 32

r FFAS Sudermannstr. 2 D - 79114 Freiburg 1

L J

Freiburg, im April 1999

Liebe Landwirte,

vermutlich haben Sie alle den Artikel in der Badischen Bauernzeitung gelesen, in dem über unsere Untersuchung zur Zeckenhirnautenzündung (FSME) und zur Borreliose berichtet wurde. Und Sie konnten sich so überzeugen, daß die Studie – neben Ihrem jeweiligen persönlichen Ergebnis – auch vielen anderen Landwirten der Region neue Informationen geben konnte.

Bei der zurückliegenden Befragung zu den „Zecken-Erkrankungen“ gaben Sie an, daß Sie auch an weiteren Untersuchungen mitmachen würden. Und so wenden wir uns heute an Sie: der zweite Teil unserer Befragung kümmert sich um viele andere Belastungen und Gefährdungen, mit denen Sie möglicherweise bei Ihrer Arbeit zu tun haben.

Wir würden uns freuen, wenn Sie den Fragebogen über den Hof ausfüllen könnten. Und genauso wichtig wäre dann auch, Angaben zu bekommen von den einzelnen Menschen, die auf dem Hof arbeiten. Deshalb haben wir einen zweiten kürzeren Fragebogen beigelegt, den möglichst viele Menschen pro Hof ausfüllen sollten. Das können wirklich alle sein – von den Kindern und Jugendlichen bis zu Ihren Eltern. Wenn die drei beigelegten Exemplare nicht ausreichen, schicken wir Ihnen gern noch weitere zu – Anruf genügt (Tel.: 0761/82526).

Wie Sie sehen, sind die Fragebögen mit einer Nummer versehen. Anhand dieser Nummer findet die Auswertung anonym statt. Die Daten von allen Antworten werden ausgewertet, und allen, die geantwortet haben, wird ein kurzer Bericht zugeschickt. Eine etwas längere Zusammenfassung wird dann wieder in der Badischen Bauernzeitung erscheinen.

Ihre Fragebögen können Sie im beiliegenden Freiumschlag an uns zurücksenden. So entstehen für Sie keine Kosten.

Nun hoffen wir, daß Sie die Zeit finden, unsere Fragen zu beantworten. Vielleicht haben ja auch Nachbarn oder Bekannte Lust, an der Untersuchung teilzunehmen – wir schicken Ihnen gern auch einen Fragebogen zu.

Mit vielen Grüßen.

M. NüL

Matthias Nübling

Monika Rieger

Dr. Monika Rieger

1. Zunächst möchten wir Sie bitten, einige Fragen zur Struktur Ihres Betriebes zu beantworten.

1.1 Welche Personen haben im Jahr 1998 in Ihrem Betrieb gearbeitet?

- | | |
|---|--------------|
| <input type="checkbox"/> Betriebseigner/in | |
| <input type="checkbox"/> Betriebspächter/in | |
| <input type="checkbox"/> Ehefrau (Ehemann) des Eigners/Pächters | |
| <input type="checkbox"/> Kinder über 14 Jahre | Anzahl _____ |
| <input type="checkbox"/> Mithilfende Familienangehörige | Anzahl _____ |
| <input type="checkbox"/> Angestellte/r | Anzahl _____ |
| <input type="checkbox"/> Auszubildende / Praktikanten | Anzahl _____ |
| <input type="checkbox"/> Saisonarbeiter / Aushilfskräfte | Anzahl _____ |

1.2 Welche Anlagen, Maschinen und Geräte benutzen Sie in Ihrem Betrieb?

- | Anzahl | |
|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Schlepper | _____ |
| <input type="checkbox"/> Hoftrakt | _____ |
| <input type="checkbox"/> Klauenstand | _____ |
| <input type="checkbox"/> Viehwaage | _____ |
| <input type="checkbox"/> Silo für Dünger, Futter, ... | _____ |
| Plastiksilage | <input type="checkbox"/> _____ |
| Bunkersilage | <input type="checkbox"/> _____ |
| Turmsilage | <input type="checkbox"/> _____ |
| <input type="checkbox"/> Mähdrescher | _____ |
| <input type="checkbox"/> Selbstfahrende Erntegeräte (Rübenernter, ...) | _____ |
| <input type="checkbox"/> Maschinen am Schlepper (Pflug, Egge, ...) | _____ |
| <input type="checkbox"/> Spritzgeräte | _____ |
| <input type="checkbox"/> _____ | _____ |
| <input type="checkbox"/> _____ | _____ |

2. Der nächste Fragenblock befaßt sich mit der Tierhaltung, dem Pflanzenbau und dem damit verbundenen Zeitaufwand.

2.1 Welche Tiere halten Sie in welcher Stückzahl?

Wie hoch schätzen Sie den täglichen Zeitbedarf ein?

Welchen Anteil haben hierbei von Hand verrichtete Arbeiten?

Keine Tierhaltung  In diesem Fall können Sie gleich bei Frage 2.3. fortfahren.

Ihre Tierhaltung ist :

konventionell integriert vermischt ökologisch

Anzahl	Täglicher Zeitbedarf					Anteil Handarbeit				
	Weniger als 30 min	bis 1 Std.	bis 2 Std.	bis 3 Std.	bis 4 Std.	Mehr als 4 Std.	vor allem von Hand	teils Hand, teils Maschine	vor allem maschinel	automatisiert
<input type="checkbox"/> Milchvieh	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Rinder	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Kälber	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Pferde	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Ziegen	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Schafe	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Schweine	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Muttersauen	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Ferkel	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Hühner	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> Puten	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> _____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> _____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

- 2.2 Welche technischen Hilfsmittel bzw. welche Verfahren gibt es auf dem Betrieb?**

	von Hand/ Förderbänder/ autom. Fütterung	Fütterung Festmist mit Stroh/ Festmist mit Holzspänen/ Flüssigmist	Entmistungsanlage	Stallung von Hand mischen/ Freilandhaltung/ von Hand/ Rohmaterial/ Metallstand, artisch/ Fachfräsmaschine	Melken	Umlauftrichtung / Klinogel
Rinder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Milchvieh	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ziegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schweinemast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ferkel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pferde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schafe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geflügel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.3 Was wird in Ihrem Betrieb auf welcher Fläche angebaut?

Kein Pflanzenbau  In diesem Fall können Sie gleich bei Frage 3.1 fortfahren.

Ihr Pflanzenbau ist :

konventionell integriert vermischt ökologisch

Anbaufläche (in ar)	Anteil Handarbeit				
	vor allem von Hand	teils Hand, teils Maschine	vor allem maschinell	automatisiert	
Getreide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonnenblumen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rüben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kartoffeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hochstamm, Steinobst, Meterstamm (extensiv)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spindel, Pilar, Hecke (intensiv)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tabak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holzwirtschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wiese, Weide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flächenstillegung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grünbrache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gemüse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blumen, Stauden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ja nein					
Gewächshaus					

3.1 Sind folgende Produkte oder Mittel für den Körperschutz im Betrieb vorhanden und wie regelmäßig werden diese benutzt?

	nie	selten	manchmal	oft	nicht vorhanden	nicht nötig
Gehörschutz	<input type="checkbox"/>					
Staubabhaltende Atemmaske	<input type="checkbox"/>					
Atemmaske für Chemikalien	<input type="checkbox"/>					
Schutzhandschuhe	<input type="checkbox"/>					
Schutanzug	<input type="checkbox"/>					
Kopfbedeckung	<input type="checkbox"/>					
Sicherheitsschuhe	<input type="checkbox"/>					
Hautschutzcreme	<input type="checkbox"/>					

3.1 Welche Unfälle ereigneten sich 1998 bezogen auf alle Personen im Betrieb?

	Unfallschwere				als Arbeitsunfall gemeldet				
	nie	selten	häufig	bei folgender Tätigkeit		kein Arztbesuch	Arzt oder Krankenhaus	tödlich	
Schnitte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Quetschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Verstauchung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Zerrung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Knochenbruch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Bandscheibenvorfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hexenschuß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Abstürze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Verletzungen durch Tiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Unfälle mit Desinfektionsmitteln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Unfälle mit Pflanzenschutzmitteln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Unfälle mit anderen Mitteln der Landtechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

3.3 Wieviel Personen sind in Ihrem Betrieb in Erster Hilfe/Sofortmaßnahmen ausgebildet, und wie lange liegt diese Ausbildung zurück?

- keiner
- Ausbildung vor weniger als 10 Jahren; bei _____ Personen
- Ausbildung vor mehr als 10 Jahren bei; _____ Personen

3.4 Welche Chemikalien/Mittel haben Sie im letzten Jahr in Ihrem Betrieb verwendet?

- Im Pflanzenschutz
 - » _____
 - » _____
 - » _____
- (Ackerbau, Obst, Wein ...)
- Zur Tierpflege
 - » _____
 - » _____
- Zur Stallhygiene
 - » _____
 - » _____
- Zur Reinigung
 - » _____
 - » _____
- Zur Fahrzeugwartung
 - » _____
 - » _____

4. Krankheiten und Erkrankungen in der Familie

4.1 Welche Krankheiten oder Erkrankungen sind Ihres Wissens schon einmal in Ihrer Familie aufgetreten?

Die Generation der Betriebsinhaber bezeichnen wir im folgenden als Eltern.

Allergien auf	Wenn möglich, bitte nähere Angaben machen.				
	Eltern	Geschwister	Kinder	Enkelkinder	
Pflanzliches Material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Tierisches Material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Diesel, Benzin, Fette, usw.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Chemikalien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
unbekannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Asthma / Neurodermitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Tumore, Geschwür, Geschwulst					
gutartig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
bösartig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Komplikationen in der Schwangerschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Frühgeburten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Fehlgeburten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Mißbildungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Schwierigkeiten schwanger zu werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Nervenerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Herz / Kreislauf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____
Gicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> » _____

5. Haben Sie das Gefühl über landwirtschaftliche Belange ausreichend und gut informiert zu sein?

Informationen zu / zum

	ja	nein
Infektionskrankheiten beim Menschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lungenerkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gelenk- Rückenerkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luftqualität, Luftreinigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unfallgefahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gefahren für Kinder auf dem Hof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erste Hilfe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Persönliche Schutzausrüstung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umgang mit / Wirkung von Pflanzenschutzmitteln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umgang mit / und Gefahren durch weitere Chemikalien aus dem Bereich der Landtechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umgang mit Tieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neue Vermarktungsmöglichkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kooperationsmodelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hofmanagement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finanzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechtliche Strukturen (z.B. im Hinblick auf den EG- Binnenmarkt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Der letzte Teil dieses Fragebogens liegt in mehrfacher Ausführung bei.

Wir möchten Sie bitten, ihn möglichst vielen Mitgliedern Ihrer Familie, bzw. Ihres Betriebes zum Ausfüllen zu geben.

6. Zur Person:

6.1 weiblich männlich

6.2 Alter: Jahre

6.3 Raucher Nichtraucher Ex- Raucher

6.4 In welcher Funktion sind Sie in diesem Betrieb?

- Betriebseigner/in
- Betriebspächter/in
- Ehefrau/Ehemann des Eigners/Pächters
- Kind über 14 Jahre
- Mithelfender Familienangehörige/r
- Angestellte/r
- Auszubildender / Praktikant
- Saisonarbeiter/in /Aushilfskraft

6.5 Wie lange waren Sie im Jahr 1998 im Betrieb tätig?

- ganzjährig
- befristet: Anzahl der Monate

6.6 Wie viele Wochenstunden haben Sie in diesem Zeitraum gearbeitet?

Anzahl der durchschnittlichen Wochenstunden:

6.6 Welchen Anteil hatten einzelne Tätigkeiten ungefähr an der Arbeitszeit (1998)?

	regelmäßig / häufig (> 50% der Gesamtarbeitszeit)	manchmal (20-50% der Gesamtarbeitszeit)	selten (1-20% der Gesamtarbeitszeit)	nie (0% der Gesamtarbeitszeit)
Arbeiten im				
• Kuhstall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schweinestall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Geflügelstall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeiten mit				
• Futtermitteln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Pflanzenschutzmitteln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• anderen Chemikalien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feldarbeit (maschinell)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feldarbeit (von Hand)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reparaturarbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkauf / Vermarktung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haushalt, Kinder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Fragen zu Krankheiten oder Beschwerden, die mit landwirtschaftlicher Tätigkeit in Verbindung stehen könnten.

7.1 Hatten Sie schon einmal eine der folgenden Infektionskrankheiten?

	ja	nein	weiß nicht		ja	nein	weiß nicht
FSME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Borreliose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Bruzellose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Toxoplasmose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Rotlauf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Melkerknoten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Tuberkulose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Chlamydiose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Leptospirose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Listeriose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Q-Fieber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Hautpilz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Trichophytie (Pilzerkr.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

7.2 Haben Sie schon einmal eine eigene Krankheit als Berufskrankheit angezeigt?

- Nein
 Ja, und zwar _____
 Wurde diese anerkannt? Ja Nein

7.3 Wie viele Tage waren Sie im Jahr 1998 insgesamt krank bzw. arbeitsunfähig?

Bitte geben Sie die Anzahl der Tage an: _____

Wie viele Tage waren davon auf eine arbeitsbedingte Erkrankung, oder einen Arbeitsunfall zurückzuführen?

Bitte geben Sie die Anzahl der Tage an: _____

7.4 Welche Belastungsarten kommen bei Ihrer Arbeit vor?

	nie	kaum	mäßig	stark	Kuhstall	Schweinestall	Geflügelstall	Futtermittel	Pflanzenschutzmittel	anderen Chemikalien	Feldarbeit (maschinell)	Feldarbeit (von Hand)	Reparaturarbeiten	Verkauf / Vermarktung	Haushalt / Kinder	
Ungünstige Körperhaltung	<input type="checkbox"/>															
Körperliche Anstrengung	<input type="checkbox"/>															
Unfallgefahr	<input type="checkbox"/>															
Lärm	<input type="checkbox"/>															
Staub	<input type="checkbox"/>															
Lichtverhältnisse	<input type="checkbox"/>															
Geruch	<input type="checkbox"/>															
Schmutz	<input type="checkbox"/>															
Kälte/Hitze	<input type="checkbox"/>															
Umgang mit Chemikalien	<input type="checkbox"/>															
Nässe	<input type="checkbox"/>															
Monotonie	<input type="checkbox"/>															
Zeitdruck	<input type="checkbox"/>															

7.5 Leiden Sie unter folgenden Beschwerden und falls ja, bei welcher Arbeit?

Teil 1	nie	kaum	mäßig	stark	Arbeit im		Arbeit mit				
					Kuhstall	Schweinstall	Geflügelstall	Futtermittel	Pflanzenschutzmittel	anderen Chemikalien	Feldarbeit (insektizell)
Haut											
• vermehrtes Jucken	<input type="checkbox"/>										
• Brennen	<input type="checkbox"/>										
• Taubheitsgefühl	<input type="checkbox"/>										
• trocken, rissig	<input type="checkbox"/>										
• Rötungen	<input type="checkbox"/>										
• Ausschläge	<input type="checkbox"/>										
• Knotenbildung	<input type="checkbox"/>										
Atemwege											
• vermehrtes Husten	<input type="checkbox"/>										
• vermehrtes Niesen	<input type="checkbox"/>										
• trockene Schleimhäute	<input type="checkbox"/>										
• vermehrte Schleimbildung	<input type="checkbox"/>										
• Kurzatmigkeit	<input type="checkbox"/>										
• Enge auf der Brust	<input type="checkbox"/>										
• Schluckbeschwerden	<input type="checkbox"/>										
• Kloßgefühl, Enge oder Würgen im Hals	<input type="checkbox"/>										
Verdauung/ Stoffwechsel											
• Übelkeit	<input type="checkbox"/>										
• Sodbrennen oder saures Aufstoßen	<input type="checkbox"/>										
• Druck oder Völlegefühl im Leib	<input type="checkbox"/>										
• Durchfälle	<input type="checkbox"/>										
• Stuhlaufälligkeiten	<input type="checkbox"/>										
• Harndrang	<input type="checkbox"/>										
• Erbrechen	<input type="checkbox"/>										
• Gewichtsabnahme	<input type="checkbox"/>										

Teil 2	nie	kaum	mäßig	stark	Arbeit im		Arbeit mit				
					Kuhstall	Schweinstall	Geflügelstall	Futtermittel	Pflanzenschutzmittel	anderen Chemikalien	Feldarbeit (insektizell)
• Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>										
• Tränen- o. Speichelfluß	<input type="checkbox"/>										
• Sehstörungen	<input type="checkbox"/>										
• Sprachstörungen	<input type="checkbox"/>										
• Schwindelgefühl	<input type="checkbox"/>										
• Müdigkeit	<input type="checkbox"/>										
• Mattigkeit	<input type="checkbox"/>										
• Schwächegefühl	<input type="checkbox"/>										
• übermäßiges Schlafbedürfnis	<input type="checkbox"/>										
• Benommenheit	<input type="checkbox"/>										
• Zittern	<input type="checkbox"/>										
• Überempfindlichkeit gegen Kälte	<input type="checkbox"/>										
• Überempfindlichkeit gegen Wärme	<input type="checkbox"/>										
• Taubheit in Armen oder Beinen	<input type="checkbox"/>										
• Schweregefühl, bzw. Müdigkeit in Beinen	<input type="checkbox"/>										
• Nacken- oder Schulterschmerzen	<input type="checkbox"/>										
• Kreuz- oder Rückenschmerzen	<input type="checkbox"/>										
• Unruhe in den Beinen	<input type="checkbox"/>										
• weiße Hände	<input type="checkbox"/>										
• Stiche, Schmerzen, Ziehen in der Brust	<input type="checkbox"/>										
• Schlaflosigkeit	<input type="checkbox"/>										
• Grübelei	<input type="checkbox"/>										
• Reizbarkeit	<input type="checkbox"/>										
• Innere Unruhe	<input type="checkbox"/>										
• starkes Schwitzen	<input type="checkbox"/>										
• Auftreten von Fieber	<input type="checkbox"/>										

8. Zum Abschluß dieser Fragebogens möchten wir Sie noch bitten, folgende Aussagen zu Ihrer persönlichen Einstellung zum Leben in der Landwirtschaft zu bewerten.

Bitte kreuzen Sie an, welche Aussagen für Sie zutreffend sind.

- Wir leben in größerer Unabhängigkeit als andere.
- Ich habe ein geringes Einkommen.
- Ich kann hier eigenverantwortlich arbeiten.
- Auf dem Hof haben wir die Möglichkeit, Leben und Arbeiten zu verbinden.
- Wir arbeiten unter extremem Zeitdruck.
- Die Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen ist sehr belastend.
- Wenn ich könnte, würde ich in einem anderen Bereich arbeiten.
- Mir gefällt es, in der freien Natur zu arbeiten.
- Die körperlichen Belastungen sind extrem.
- Die Landwirtschaft ist zu stark an Absatz- und Beschaffungsmärkte gekettet.
- In der Landwirtschaft ist die finanzielle Sicherheit schlecht.
- Es ist schön, die Familientraditionen fortzuführen.
- Es gibt Unstimmigkeiten zwischen dem eigenen Berufsbild und der tatsächlichen Tätigkeit.
- Durch den Betrieb haben wir ein starkes Zusammengehörigkeitsgefühl.
- Wir haben viele Konflikt innerhalb der Familie wegen der landwirtschaftlichen Arbeit.
- Ich fühle mich zu stark an den Betrieb angebunden.
- Landwirte sind in der Gesellschaft kaum anerkannt.
- Ich habe zu wenig Urlaub.
- Es gibt in unserem Betrieb schlechte Zukunftsperspektiven.
- Auf eigenem Grund und Boden zu arbeiten ist sehr befriedigend.
- Mich ärgern die Produktpreise, die nicht der Arbeit entsprechen.
- Die unsichere Hofnachfolge macht mir Sorgen.
-
-

Wir möchten uns recht herzlich für die Teilnahme an dieser Untersuchung bedanken.

Bei Rückfragen, oder wenn Sie noch weitere Fragebögen benötigen, können Sie Herrn Nübling unter
Tel.: 0761/82526 erreichen.

Kategorien BMVEL		Eigene Kategorien
Betriebsform	Anteil am StDB ¹ des Betriebes	
a) Betriebsbereich Landwirtschaft	Landwirtschaft $\geq 75\%$	
Marktfruchtbetriebe	Marktfrucht $\geq 50\%$ (Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, usw.)	Nutztierhaltung (Haltung von Tieren)
Futterbaubetriebe	Futterbau $\geq 50\%$ (Milchkühe, Mastrinder, Schafe, Pferde, usw.)	
Veredelungsbetriebe	Veredelung $\geq 50\%$ (Mastschweine, Zuchtsauen, Legehennen, usw.)	
Dauerkulturbetriebe	Dauerkulturen $\geq 50\%$ (Obst, Wein, Hopfen)	Pflanzenbau (Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen, auch: Wiesen und Weiden)
Landwirtschaftliche Gemischtbetriebe	Marktfrucht, Futterbau, Veredelung, Dauerkultur jeweils $< 50\%$	
b) Betriebsbereich Gartenbau	Gartenbau $\geq 75\%$	
Gemüsebetriebe	Gemüse $\geq 50\%$	
Zierpflanzenbetriebe	Zierpflanzen $\geq 50\%$	
Baumschulbetriebe	Baumschulen $\geq 50\%$	
Gartenbauliche Gemischtbetriebe	Gemüse, Zierpflanzen, Baumschulen jeweils $< 50\%$	Nutztierhaltung und Pflanzenbau

Tabelle A15: Kriterien zur Charakterisierung der Höfe - Gegenüberstellung der Kategorien des BMVEL und eigener Kategorien

¹ StDB: Standarddeckungsbetrag – Der Standarddeckungsbetrag je Flächen- oder Tiereinheit entspricht der geldlichen Bruttoleistung abzüglich der entsprechenden variablen Spezialkosten. Die Bruttoleistungen und variablen Spezialkosten werden aus Statistiken und Buchführungsunterlagen über Preise, Erträge und Leistungen sowie durchschnittliche Erlöse und Kosten abgeleitet.

Kategorien BMVEL		Eigene Kategorien	
Tierart	VE-Schlüssel	Tierart	Viehindex
Pferde unter 3 Jahren	0,70	Pferd	1,0
Pferde 3 Jahre alt und älter	1,10	Kuh	1,0
Kälber und Jungvieh unter 1 Jahr	0,30	Schwein	0,15
Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt	0,70	Schaf	0,10
Zuchtbullen	1,20	Ziege	
Kühe, Färsen, Masttiere	1,00	Huhn	
Schafe unter 1 Jahr	0,05	Pute	
Schafe 1 Jahr alt und älter	0,10	Ente	
Ferkel (bis etwa 20 kg LG)	0,02 ¹⁾	Gans	0,03
Läufer (bis etwa 45 kg LG) aus zugekauften Ferkeln	0,04 ¹⁾	Hase	
Läufer (bis etwa 45 kg) aus selbsterzeugten Ferkeln	0,06 ¹⁾		
Mastschweine (> 45 kg LG) aus zugekauften Läufern	0,10 ¹⁾		
Mastschweine (> 45 kg LG) aus selbsterzeugten Ferkeln	0,16 ¹⁾		
Zuchtschweine	0,33		
Legehennen einschließlich Aufzucht zur Bestandsergänzung	0,02		
Legehennen aus zugekauften Junghennen	0,0188		
Jungmasthühner (6 und weniger Durchgänge je Jahr - schwere Tiere)	0,00017 ¹⁾		
Jungmasthühner (mehr als 6 Durchgänge je Jahr - leichte Tiere)	0,0013 ¹⁾		
Junghennen	0,0017		

¹⁾ Berechnung auf der Basis der erzeugten Tiere, in den übrigen Tiergruppen Jahresdurchschnittsbestand

Tabelle A16: Gegenüberstellung - Vieheinheiten nach dem Bewertungsgesetz / BMVEL und die selbst definierte Variable „Viehindex“

Belastungsfaktor	Ursprungsvariable
physikalische / klimatische Belastungen	Lärm Beleuchtung Temperatur Nässe
chemische Belastungen	Chemikalien
psychische Belastungen	Monotonie Zeitdruck
inhalative Belastungen	Staub Geruch Schmutz
Unfallgefahr	Unfallgefahr
körperliche Belastungen	Ungünstige Körperhaltung Körperliche Anstrengung

Tabelle A17: Belastungsfaktoren, gebildet aus den Ursprungsvariablen des Fragebogens

Beanspruchungsparameter	Ursprungsvariable
Beschwerden von Seiten der Haut	Vermehrtes Jucken der Haut Brennen der Haut Taubheit der Haut Trockene, rissige Haut Hautrötung Hautausschlag Knotenbildung der Haut
Beschwerden von Seiten der Atemwege	Vermehrtes Husten Vermehrtes Niesen Trockene Schleimhäute Vermehrte Schleimbildung Kurzatmigkeit Enge auf der Brust Schluckbeschwerden Kloßgefühl
Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Traktes	Übelkeit Sodbrennen Druck-, Völlegefühl Durchfälle Auffälligkeiten beim Stuhlgang / Wasserlassen Erbrechen Gewichtsabnahme
Muskuloskelettale Beschwerden (Schwerpunkt Wirbelsäule)	Nacken- oder Schulterschmerzen Kreuz- oder Rückenschmerzen Taubheit in Armen oder Beinen
Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens	Kopfschmerzen Vermehrter Tränen- oder Speichelfluss Sehstörungen Sprachstörungen Schwindelgefühl Müdigkeit Mattigkeit Schwächegefühl Übermäßiges Schlafbedürfnis Benommenheit Zittern Überempfindlichkeit gegen Kälte Überempfindlichkeit gegen Wärme Schweregefühl in den Beinen Unruhe in den Beinen Weiße Hände Schmerzen in der Brust Schlaflosigkeit Grübelei Reizbarkeit Innere Unruhe Starkes Schwitzen Fieber

Tabelle A18: Beanspruchungsparameter: Zusammenfassung der Ursprungsvariablen aus dem Fragebogen entsprechend der Ergebnisse der Faktorenanalyse

Prägende Einstellung	Ursprungsaussage
wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress	<p>Landwirte sind in der Gesellschaft kaum anerkannt.</p> <p>Es gibt Unstimmigkeiten zwischen dem eigenen Berufsbild und der tatsächlichen Tätigkeit.</p> <p>Wir haben viel Konflikte innerhalb der Familie wegen der landwirtschaftlichen Arbeit.</p> <p>Wenn ich könnte, würde ich in einem anderen Bereich arbeiten.</p> <p>Es gibt in unserem Betrieb schlechte Zukunftsperspektiven.</p> <p>Die körperlichen Belastungen sind extrem.</p> <p>Die Landwirtschaft ist zu stark an Absatz- und Beschaffungsmärkte gekettet.</p> <p>Wir arbeiten unter extremem Zeitdruck.</p>
Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (positive Haltung)	<p>Auf eigenem Grund und Boden zu arbeiten, ist sehr befriedigend.</p> <p>Es ist schön, die Familientradiiton fortzuführen.</p> <p>Auf dem Hof haben wir die Möglichkeit, Leben und Arbeiten zu verbinden.</p> <p>Durch den Betrieb haben wir ein starkes Zusammengehörigkeitsgefühl.</p> <p>Wir leben in größerer Unabhängigkeit als andere.</p> <p>Mir gefällt es, in der freien Natur zu arbeiten.</p> <p>Ich kann hier eigenverantwortlich arbeiten.</p>
Niedriges Einkommen	<p>In der Landwirtschaft ist die finanzielle Situation schlecht.</p> <p>Mich ärgern die Produktpreise, die nicht der Arbeit entsprechen.</p> <p>Ich habe ein geringes Einkommen.</p>
Angebundensein an Betrieb	<p>Ich fühle mich stark an den Betrieb angebunden.</p> <p>Die unsichere Hofnachfolge macht mir Sorge.</p> <p>Die Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen ist sehr belastend.</p> <p>Ich habe zu wenig Urlaub.</p>

Tabelle A19: Vier bestimmende persönliche Einstellungen der Studienteilnehmer – Ergebnis der Faktorenanalyse der Ursprungsvariablen aus dem Fragebogen

**Prädiktoren für eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen –
Querschnittsstudie Südbaden, multivariates Modell**

Als Prädiktoren mit signifikantem Einfluss auf eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen resultierten im multivariaten Modell (logistische Regression) (Codierung in Klammern):

- Zugehörigkeit zu einer Expositionsgruppe (1: Forstwirtschaft, 2: Freizeitexposition, keine Exposition=Referenz)
- Höhe des Wohnortes (0: <700 m NN vs. 1: ≥ 700 m NN)
- Zahl der möglicherweise mit Exposition einher gehenden Hobbies

Modellparameter:

Fallzahl n=543 (von 546 Fragebögen, 3 keine Angabe zur Expositionsgruppe)

-2LL (Modell)= 519,769

Chi² (Modell)= 222,597; df= 4; p<0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

 Sig LR (Expositionsgruppe) < 0.001

 Sig LR (Wohnorthöhe) < 0.001

 Sig LR (Zahl der Hobbies) < 0.001

Nagelkerkes R²= 0,451

Hosmer Lemeshow's C=4,697; df=6; p=0,583

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Exposition: Forstwirtschaft	3,909	0,372	1
Exposition: Freizeitexposition	1,483	0,291	1
Zahl der Hobbies	1,289	0,294	1
Wohnorthöhe	-2,347	0,363	1
Konstante	- 0,988	0,510	1

Zusammenfassung A20: Multivariates Modell (logistische Regression) zur Beschreibung von Prädiktoren für eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen, Querschnittsstudie Südbaden

Exponierende Tätigkeit – Waldarbeiter	Impfung: 4,3 a – k. Impfung: 2 a ($p<0,05$)
Betriebsgröße	Impfung: 44,2 ha – k. Impfung: 30,3 ha ($p<0,05$)
Betriebsstruktur: Weinbau	Impfung: 0,9 ha – k. Impfung: 2,1 ha ($p<0,05$)
Betriebsstruktur: Wiese / Weide	Impfung: 13,2 ha – k. Impfung: 8,8 ha ($p<0,05$)
Betriebsstruktur: Waldbesitz	Impfung: 20,5 ha – k. Impfung: 7,9 ha ($p<0,01$)
Soziodemographie: Haustierbesitz	Impfung: 86% - k. Impfung: 73% ($p<0,05$)
Hobby: Jagd	Impfung: 17% - k. Impfung: 7% ($p<0,05$)
Zeckenstiche: Lebenszeitprävalenz	Impfung: 92,6% - k. Impfung: 66,3% ($p<0,001$)
Zeckenstiche: Zeckenstiche letztes Jahr	Impfung > k. Impfung ($p<0,001$)
Anamnese: Gelenkbeschwerden	Impfung: 52% - k. Impfung: 36% ($p<0,05$)
Krankheitsanamnese: Borreliose	Impfung: 13% - k. Impfung: 3,3% ($p<0,01$)

Tabelle A21: Faktoren, die die Bereitschaft zur FSME-Impfung modifizierten, Ergebnisse der bivariaten Analyse, n=71 geimpfte und n=245 ungeimpfte Probanden, nur signifikante Unterschiede ($p<0,05$), Landwirte Südbaden

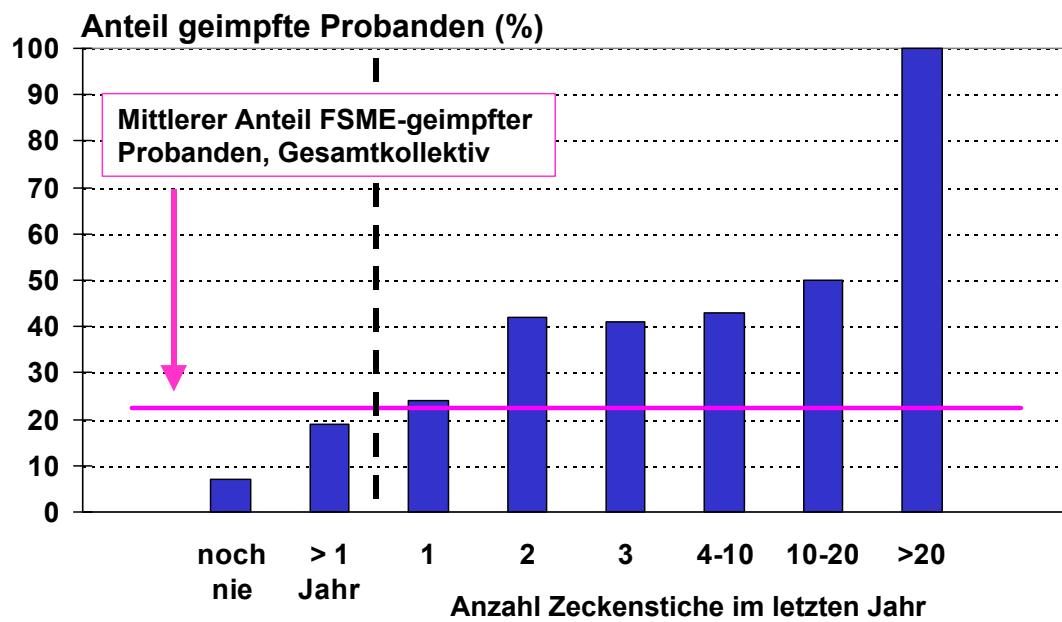


Abbildung A22: Anteil der gegen FSME geimpften Personen in Abhängigkeit von der Zeckenstichprävalenz, Ergebnis der bivariaten Analyse, $p<0,05$, Landwirte in Südbaden

Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen bzw. eine erhöhte Anti-B.b.-Seroprävalenz
Landwirte in Südbaden, multivariates Modell

Als Prädiktoren mit signifikantem Einfluss auf eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen resultierten im multivariaten Modell (logistische Regression) (Codierung jeweils in Klammern):

- Geschlecht (weiblich=1; männlich=2)
- Dauer einer zusätzlichen Tätigkeit als Waldarbeiter (0 Jahre, ≤ 15 Jahre, > 15 Jahre)
- Produktionsweise des Betriebs (konventionell=1, biologisch=2, vermischt=3)

Modellparameter:

Fallzahl n=312 (von 316 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell)= 373,020

Chi² (Modell)= 36,607; df= 4; p<0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Geschlecht) <0.01

Sig LR (Dauer Waldarbeit) <0.05

Sig LR (Produktionsweise) < 0.001

Nagelkerkes R²= 0,151

Hosmer-Lemeshow's C=1,823; df=4; p=0,768

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Geschlecht	-1,393	0,467	1
Waldarbeit ≤ 15 Jahre	1,077	0,457	1
Waldarbeit > 15 Jahre	0,435	0,289	1
Produktionsweise	0,103	0,036	1
Konstante	2,811	0,915	1

Zusammenfassung A23a: Multivariates Modell (logistische Regression) zur Beschreibung von Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen, Landwirte in Südbaden

Die geschätzte Wahrscheinlichkeit für einen jemals erworbenen Zeckenstich in Abhängigkeit von den differenzierten Prädiktoren ist in Abbildung A23b grafisch dargestellt.

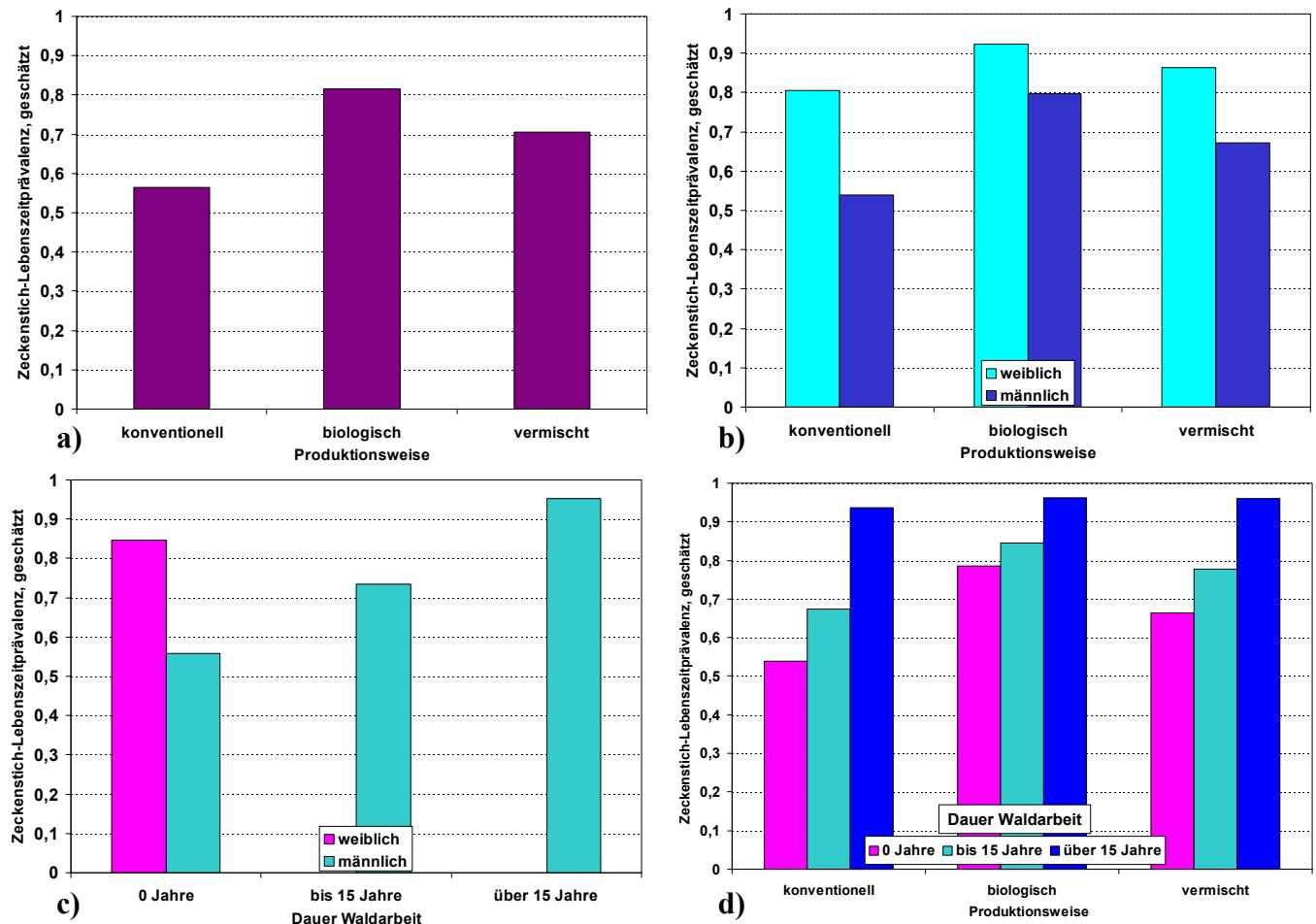


Abbildung A23b: Geschätzte Zeckenstichhäufigkeit (Lebenszeit) in Abhängigkeit von den im multivariaten Modell differenzierten Einflussfaktoren: Produktionsweise (a), Geschlecht und Produktionsweise (b), Geschlecht und Dauer Waldarbeit (c) und Produktionsweise und Dauer Waldarbeit (d)

Als Prädiktoren mit signifikantem Einfluss auf eine erhöhte Anti-B.b.-Seroprävalenz wurden in das multivariate Modell (logistische Regression) eingeschlossen (Codierung jeweils in Klammern):

- Alter (17-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50, 51-55 und 56-63 Jahre)
- Zahl der Zeckenstiche im letzten Jahr (0, 1, 2, 3, 4- ≤10, 10-20, >20))

Modellparameter:

Fallzahl n=316 (von 316 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell)= 190,500

Chi² (Modell)= 12,303; df= 2; p<0.01

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Alter) <0.05

Sig LR (Zeckenstiche) <0.05

Nagelkerkes R²= 0,081

Hosmer-Lemeshow's C=4,400; df=8; p=0,819

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Alter	0,054	0,023	1
Zeckenstiche im letzten Jahr	0,278	0,110	1
Konstante	-4,812	1,034	1

Zusammenfassung A23c: Multivariates Modell (logistische Regression) zur Beschreibung von Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen, Landwirte in Südbaden

Der geschätzte Wahrscheinlichkeit für eine erhöhte Anti-B.b.-Seroprävalenz nimmt in Abhängigkeit vom Alter und von der Zahl der bemerkten Zeckenstiche deutlich zu (Abbildung A23d).

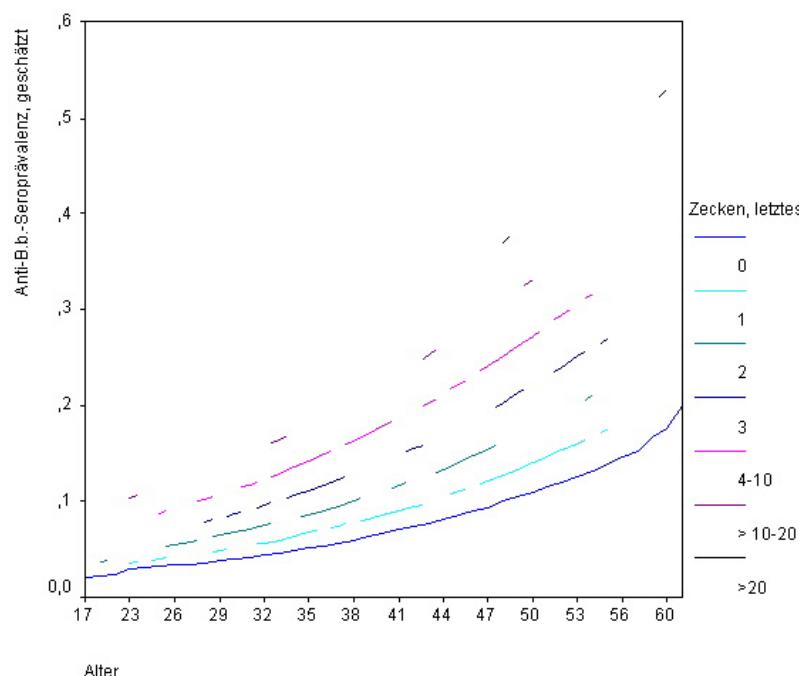


Abbildung A23d: Geschätzte Anti-B.b.-Seroprävalenz in Abhängigkeit von den im multivariaten Modell differenzierten Einflussfaktoren: Alter und Zahl der Zeckenstiche

Prädiktoren für eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen –
Kirchzartener Praxenstudie, multivariates Modell

Als Prädiktoren mit signifikantem Einfluss auf eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen resultierten im multivariaten Modell (logistische Regression) (Codierung jeweils in Klammern):

- Zugehörigkeit zu einer Expositionsgruppe (Berufliche Exposition=1; Freizeitexposition=2; keine Exposition=Referenz)
- Alter (0-3 Jahre=Referenz; 4-17 Jahre=1; 18-39 Jahre=2; 40-64 Jahre=3; ≥ 65 Jahre=4)
- Hobby Beeren / Pilze sammeln (nein=0; ja=1)
- Hobby Jagd (nein=0; ja=1)

Modellparameter:

Fallzahl n=641 (von 676 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell)= 634,439

Chi² (Modell)= 94,598; df= 8; p<0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Expositionsgruppe) <0.001

Sig LR (Alter) <0.001

Sig LR (Beeren / Pilze sammeln) < 0.01

Sig LR (Jagd) < 0.001

Nagelkerkes R²= 0,3202

Hosmer-Lemeshow's C=5,814; df=7; p=0,562

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Altersgruppe 4-17	6,22805475	9,22602719	1
Altersgruppe 18-39	5,84204271	9,22411045	1
Altersgruppe 40-64	5,61439767	9,22444002	1
Altersgruppe ≥ 65	4,95392395	9,22713646	1
Berufliche Exposition	1,30375467	0,49835117	1
Freizeitexposition	0,94546933	0,21214285	1
Hobby: Beeren / Pilze sammeln	0,87913189	0,22005997	1
Hobby: Jagd	8,28584043	12,4742447	1
Konstante	-7,59110998	9,22332961	1

Zusammenfassung A24a: Multivariates Modell (logistische Regression) zur Beschreibung von Prädiktoren für eine erhöhte Ein-Jahres-Prävalenz von Zeckenstichen, Kirchzartener Praxenstudie

Nachfolgend wird die geschätzte Wahrscheinlichkeit für einen Zeckenstich im zurückliegenden Jahr in Abhängigkeit von den einzelnen Einflussfaktoren grafisch dargestellt (Abbildung A24b).

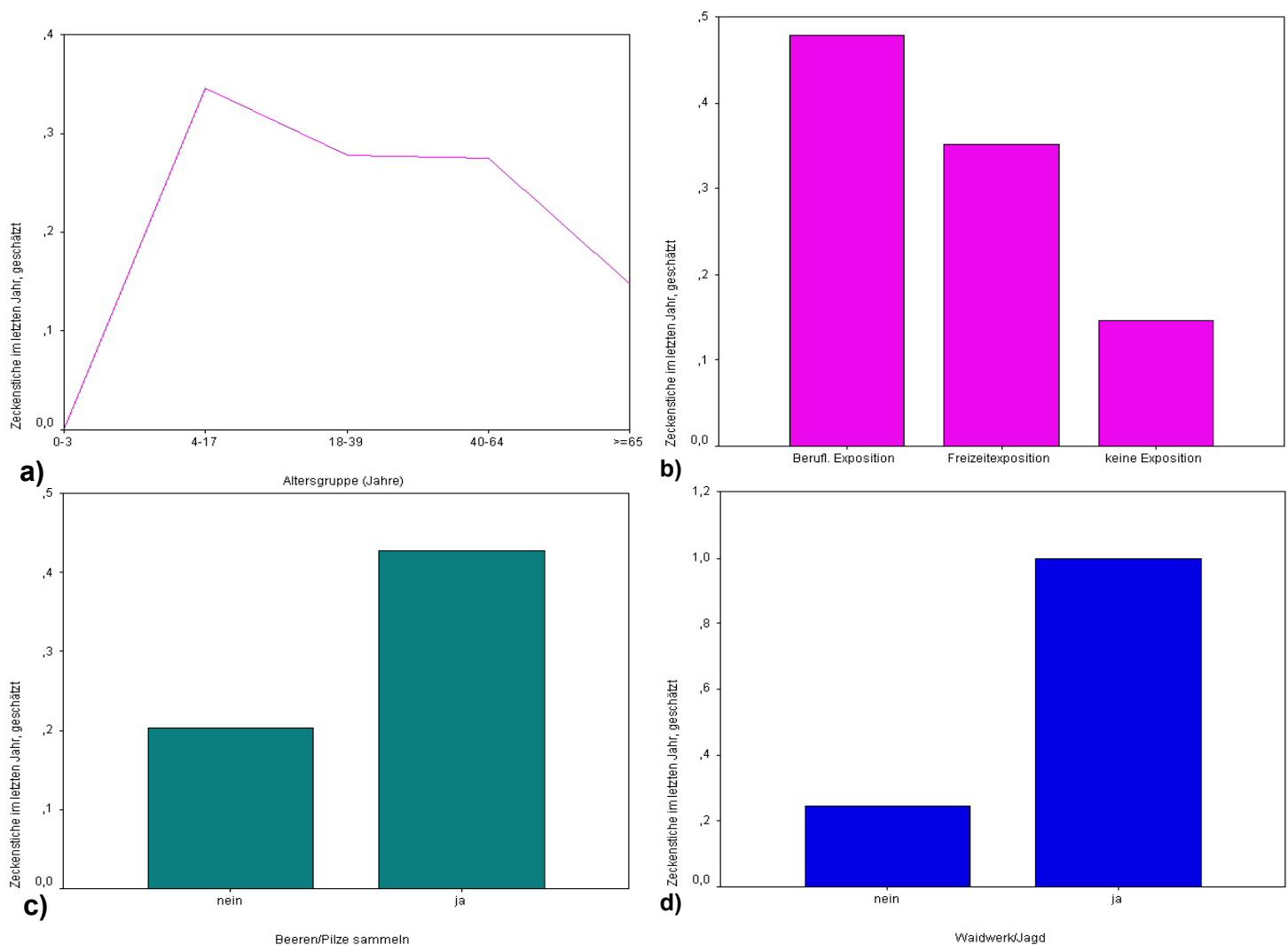


Abbildung A24b: Geschätzte Zeckenstichhäufigkeit im zurückliegenden Jahr in Abhängigkeit von den im multivariaten Modell differenzierten Einflussfaktoren: Alter (a), Expositionsguppe (b), Hobby „Beeren/Pilze sammeln“ (c) und Hobby „Jagd“ (d) – Kirchzartener Praxenstudie

Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen –
Querschnittstudie Bergisches Land, multivariates Modell

Als Prädiktoren mit signifikantem Einfluss auf eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen resultierten im multivariaten Modell (logistische Regression):

- Hobby Beeren / Pilze sammeln
- Hobby Jagd
- Dauer der beruflichen Exposition als Forstwirt / Waldarbeiter (stärkster Einfluss bei Transformation auf eine lineare Skala)

Modellparameter:

Fallzahl n=645 (von 647 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell)= 681,1

Chi² (Modell)= 194,567; df= 3; p<0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Beeren / Pilze sammeln) < 0.01

Sig LR (Jagd) < 0.001

Sig LR (Dauer berufliche Exposition Forstwirt / Waldarbeiter) < 0.001

Nagelkerkes R²= 0,351

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Hobby: Beeren / Pilze sammeln	0,8598	0,2684	1
Hobby: Jagd	2,0671	0,2022	1
Dauer der berufl. Exposition (ln)	0,7401	0,1408	1
Konstante	- 0,7830	0,1238	1

Zusammenfassung A25: Multivariates Modell (logistische Regression) zur Beschreibung von Prädiktoren für eine erhöhte Lebenszeitprävalenz von Zeckenstichen, Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland

Prädiktoren für erhöhtes Infektionsrisiko mit Borrelia burgdorferi, Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland, multivariates Modell

Als Prädiktoren für ein erhöhtes B.b.-Infektionsrisiko (Basis: IFT-Befunde) wurden die folgenden Variablen in der logistischen Regressionsanalyse differenziert (in Klammern: Codierung):

- Anzahl bisheriger Zeckenstiche (nie=0; ja, aber vor mehr als einem Jahr=1; ja, im letzten Jahr max. 10 Zeckenstiche=2; ja, im letzten Jahr > 10 Zeckenstiche=3)
- Interaktion Alter und Expositionsgruppe (oft (auch beruflich)=1; häufig in der Freizeit=2; (sehr) selten in der Freizeit=3)

Die Variable „Anzahl bisheriger Zeckenstiche“ wurde gebildet aus den Variablen: „jemals Zeckenstich“ und „Anzahl Zeckenstiche im letzten Jahr“

Modellparameter:

Fallzahl n=601 (von 647 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell)=365,606

Chi² (Modell)=50,445; df=5; p<0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Anzahl bisheriger Zeckenstiche) < 0.001

Sig LR (Interaktion Alter und Expositionsgruppe) < 0.01

Nagelkerkes R²= 0,161

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Zeckenstich vor mehr als 1 Jahr	0,6215	0,4721	1
≤ 10 Zeckenstiche im letzten Jahr	1,0347	0,4071	1
> 10 Zeckenstiche im letzten Jahr	2,3419	0,4952	1
Interaktion Alter – berufliche Exposition	0,0353	0,0100	1
Interaktion Alter – Freizeitexposition	0,0221	0,0092	1
Konstante	- 4,1500	0,4950	1

Zusammenfassung A26: Multivariates Modell (logistische Regression) zur Beschreibung von Prädiktoren für eine erhöhte Anti-B.b.-Seroprävalenz, Querschnittstudie Bergisches Land / Sauerland

Bergisches Land, n=641	IFT \leq 1:16	IFT \geq 1:32	Seroprävalenz ELISA: 15,4%
	(Bestätigungsquote)		
ELISA – negativ	521 (98,1%)	10	
ELISA – grenzwertig	10	1 (9,1%)	
ELISA – positiv	43	56 (56,6%)	
	Seroprävalenz IFT: 10,5%		Bestätigung: 68,2%

Tabelle A27a: Seren aus dem Bergischen Land: Vergleich der Testergebnisse bei Nachweis B.b.-spezifischer Antikörper mittels ELISA (Novum Diagnostica) und IFT

Bergisches Land, n=642	WB negativ	WB gw.	WB positiv	WB stark positiv
	(Bestätigungsquote)			
ELISA – negativ	527 (99,1%)	3	2	
ELISA – grenzwertig	10		1 (9,1%)	
ELISA – positiv	47	27	20	5
	Bestätigung: 52,5%			

Tabelle A27b: Seren aus dem Bergischen Land: Vergleich der Testergebnisse bei Nachweis B.b.-spezifischer Antikörper mittels ELISA (Novum Diagnostica) und Western blot

Bergisches Land, n=640	WB negativ	WB gw.	WB positiv	WB stark positiv
	(Bestätigungsquote)			
IFT \leq 1:16	566 (98,8%)	6	1	
IFT 1:32	10	12	2	
IFT $>$ 1:32	6	12	20	5
	Bestätigung: 86,1%			

Tabelle A27c: Seren aus dem Bergischen Land: Vergleich der Testergebnisse bei Nachweis B.b.-spezifischer Antikörper mittels IFT und Western blot

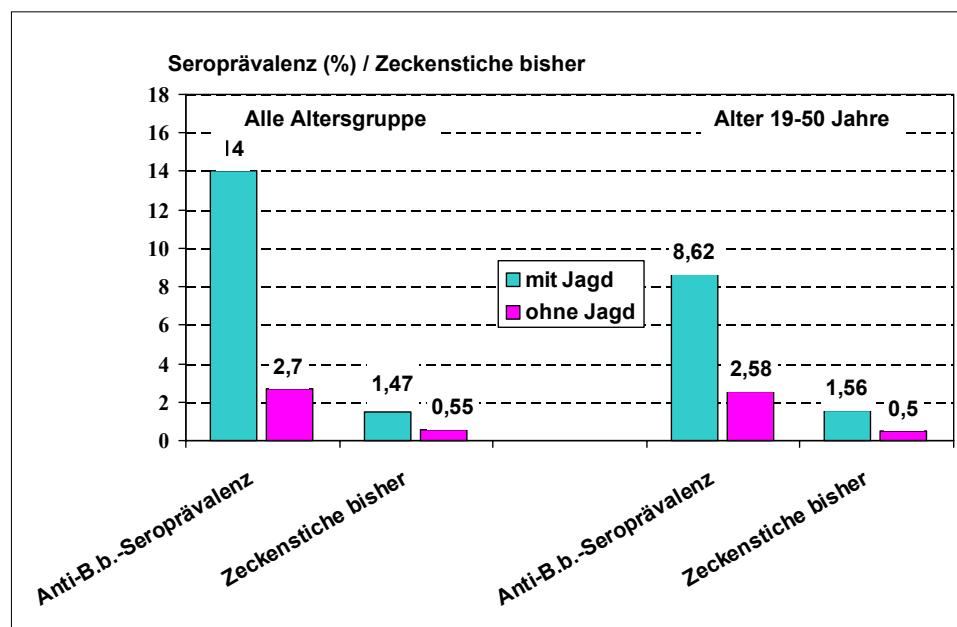


Abbildung A28: Anti-B.b.-Seroprävalenz im Bergischen Land: Freizeitexponierte Probanden mit / ohne Hobby Jagd – Probanden aller Altersgruppen vs. Alter 19-50 Jahre.

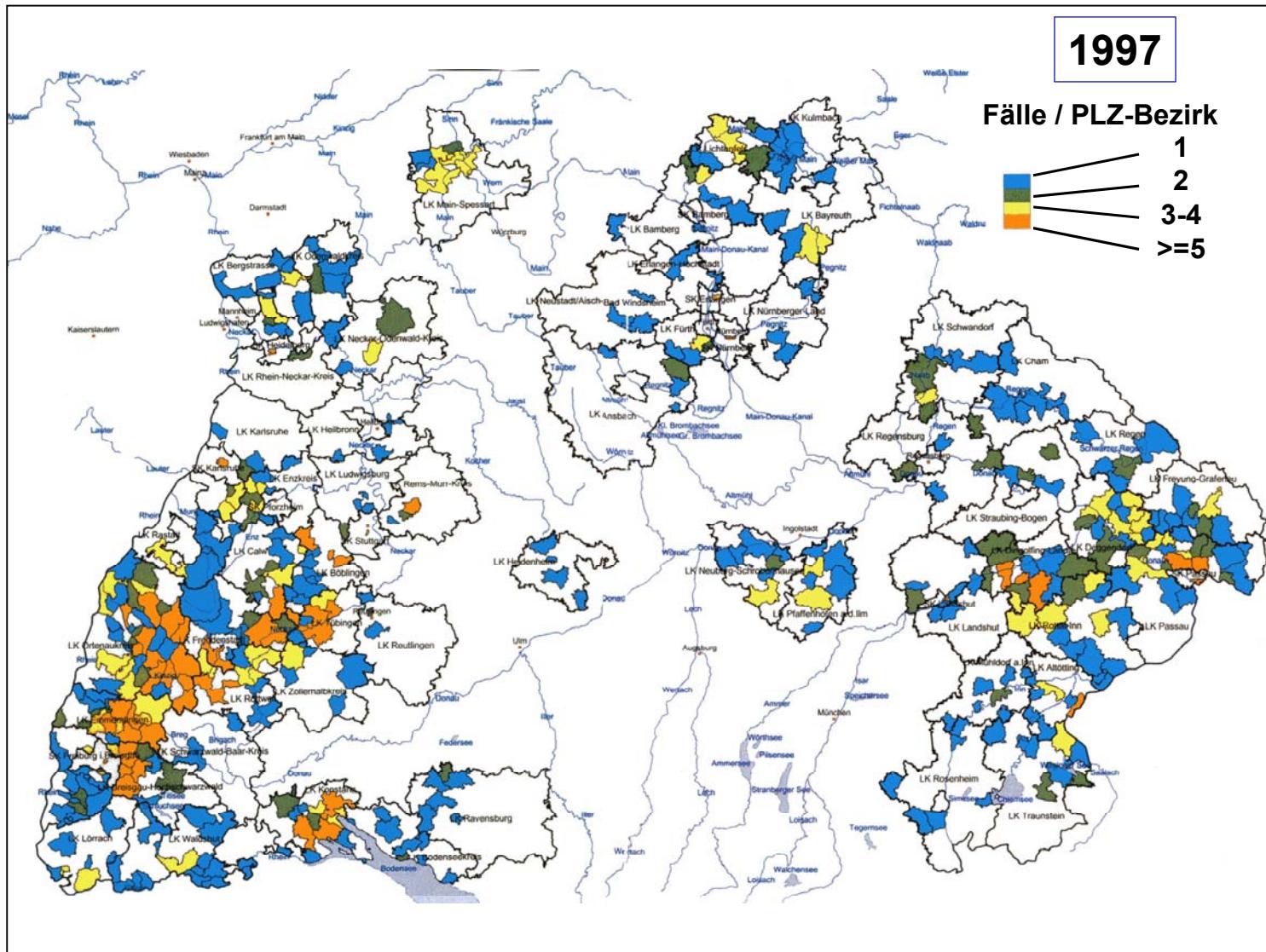
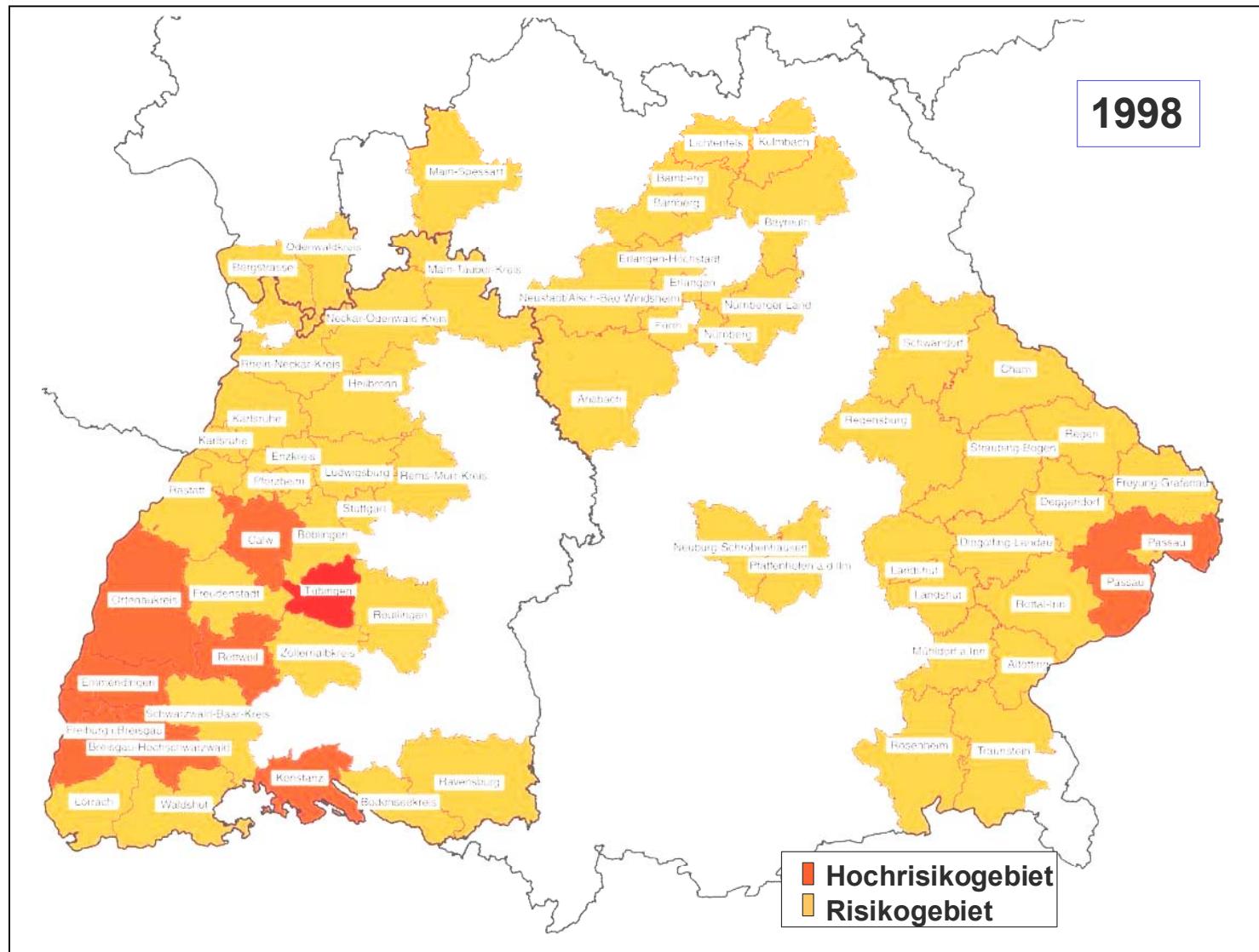


Abbildung A29: FSME-Fälle in Deutschland – erste vom RKI veröffentlichte Landkarte (Fälle pro Postleitzahlbereich, Daten der Jahre 1981-1997), 1997¹



Risikogebiete:

Landkreise, in denen mindestens 5 autochthon entstandene FSME-Erkrankungen in einer 5-Jahresperiode zwischen 1981 und dem Erhebungsjahr oder mindestens 2 autochthon entstandene FSME-Erkrankungen innerhalb eines Jahres registriert wurden.

Hochrisikogebiete:

diejenigen der als Risikogebiete ausgewählten Landkreise, in denen in einer 5-Jahresperiode zwischen 1981 und dem Erhebungsjahr 1998 mindestens 25 FSME-Erkrankungen aufgetreten sind.

Abbildung A30a: FSME-Hochrisiko- und –Risikogebiete in Deutschland, Landkarte des RKI aus dem Jahr 1998, Daten der Jahre 1981-1997²

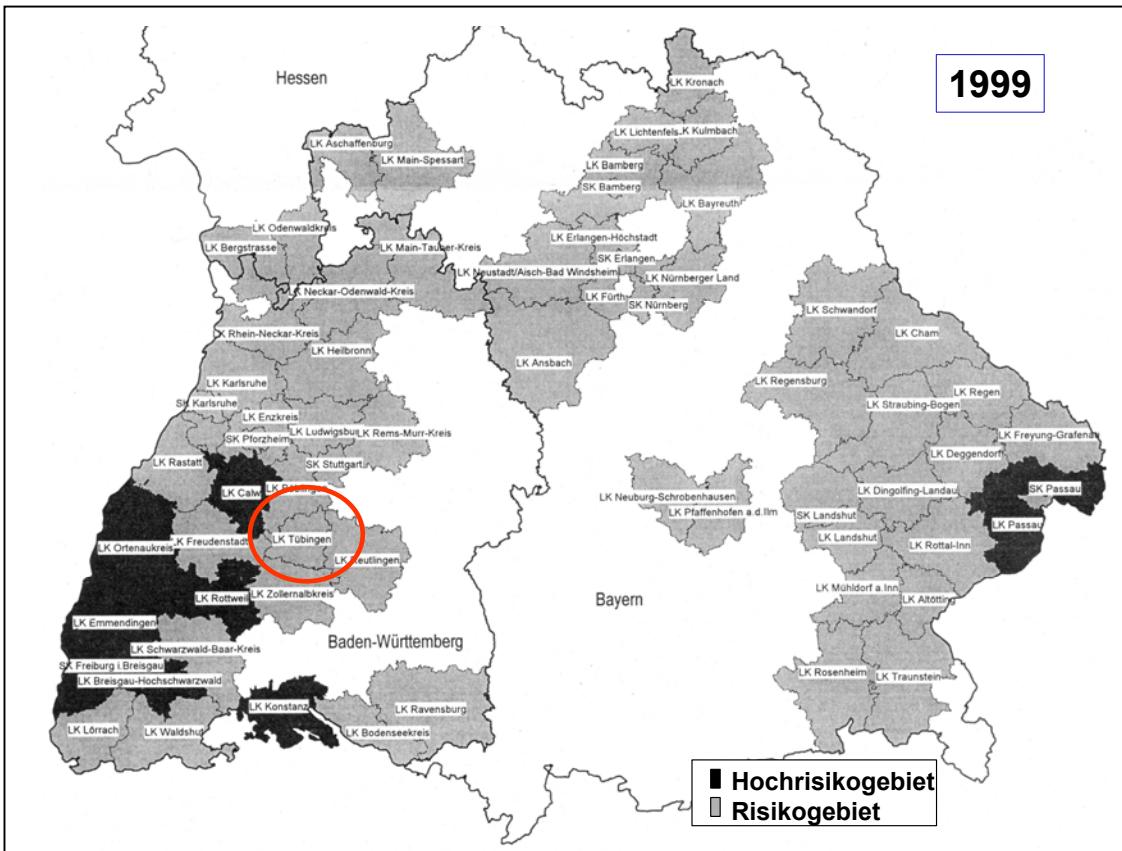


Abbildung A30b: FSME-Hochrisiko- und –Risikogebiete in Deutschland, Landkarte des RKI aus dem Jahr 1999, Daten der Jahre 1981-1998³ (rote Kreise: Veränderungen zum Vorjahr)

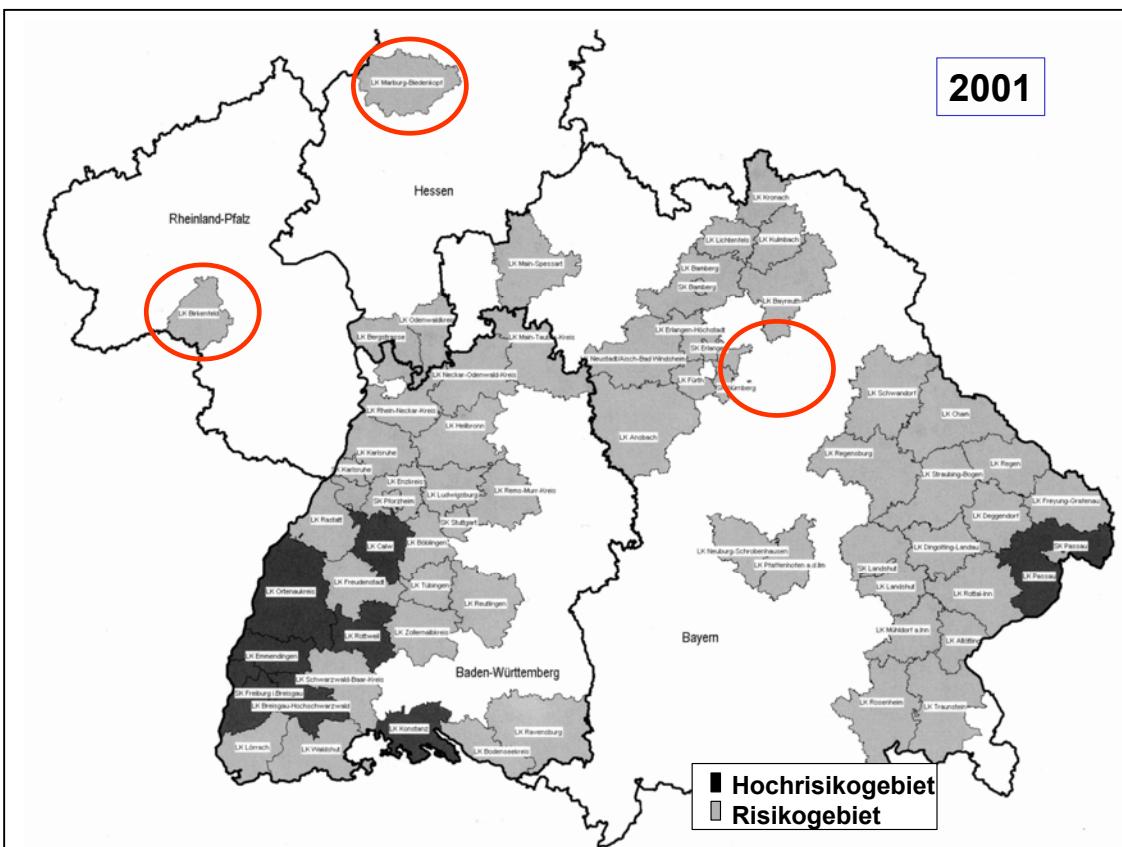


Abbildung A30c: FSME-Hochrisiko- und –Risikogebiete in Deutschland, Landkarte des RKI aus dem Jahr 2001, Daten der Jahre 1981-2000⁴ (rote Kreise: Veränderungen zum Vorjahr)

	Matratzen	altes Stroh	neues Stroh	Sägespäne	Mittelwertsvergleich
Tiere in Ruhe, Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11 (E) 11 (T) 8 (A)	38 (E) 34 (T) 16 (A)	69 (E) 56 (T) 23 (A)	31 (E) 29 (T) 13 (A)	P<0.001 (E, T, A)
Tiere in Bewe- gung, Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13 (E) 13 (T) 9 (A)	102 (E) 83,5 (T) 28 (A)	507 (E) 374 (T) 114 (A)	-----	P<0.001 (E, T, A)

Tabelle A31: Staubkonzentrationen im Kuhstall, Tiere in Ruhe und in Bewegung: (E): Einatembarer Staub, (T): Thorakaler Staub, (A): Alveolengängiger Staub

	Matratzen – Sägemehl	Strohhäckseln, gut gelüftet	Strohhäcksel verteilen, wenig gelüftet	Mittelwertsvergleich
Einstreuern, Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13 (E) 13 (T) 9 (A)	51 (E) 50 (T) 19 (A)	544 (E) 377 (T) 112 (A)	P<0.001 (E, T, A)

Tabelle A32: Staubbelastung der einstreuenden Person bei Verwendung verschiedener Einstreumaterialien – Kuhstall: (E): Einatembarer Staub, (T): Thorakaler Staub, (A): Alveolengängiger Staub

Tätigkeit	Verteilung Si- lage mit Schip- pe (Hof 1)	Fütterung Sila- ge – Futterwagen (Hof 2)	Fütterung Kar- toffelschlempe – Futterwagen (Hof 4)	Fütterung Sila- ge – Futterwagen (Hof 4)	Mittelwertsver- gleich
Staubkon- zentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31 (E) 29,5 (T) 14 (A)	58,5 (E) 57 (T) 25 (A)	207,5 (E) 177 (T) 83,5 (A)	262 (E) 224,5 (T) 104,5 (A)	p<0,001 (E, T, A)

Tabelle A33: Staubexposition bei Fütterung im Bereich der Milchviehhaltung, (E): Einatembarer Staub, (T): Thorakaler Staub, (A): Alveolengängiger Staub

	Staubkonzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Mittelwertsver- gleich
Effekt der Lüftung	Käfig 1: Lüf- tung an: 786 (E) 689,5 (T) 273 (A)	Käfig 1: Lüf- tung aus 855 (E) 738 (T) 294 (A)	Käfig 1: Lüf- tung erneut an 744 (E) 655 (T) 261 (A)	-----	p<0,001 (E, T, A)
Vergleich Käfig 1 – Käfig 2	Käfig 1: Lüf- tung an: 786 (E) 689,5 (T) 273 (A)	-----	-----	Käfig 2: 564,5 (E) 527 (T) 245 (A)	p<0,001 (E, T, A)

Tabelle A34: Staubkonzentrationen in der Käfighaltung von Legehennen: Bereich Käfig 1 (mit und ohne Lüftung) und Käfig 2, stationäre Messungen; (E)=einatembarer Staub, (T)=thorakaler Staub, (A)=alveolengängiger Staub

Einstreumaterial	Staubkonzentration – Ruhewert: leere Box nach Einstreuen µg/m ³ (Median)		
	E-Fraktion	T-Fraktion	A-Fraktion
Stroh (Gerste, Großballen)	186	158	51
Sägespäne		38	18,5
Hanf		50	22

Tabelle A35: Staubkonzentration in der Pferdehaltung – Leere, frisch eingestreute Einzelbox nach Abklingen der Staubbelastung, Verwendung verschiedener Einstreumaterialien

	Staubkonzentration µg/m ³			Mittelwertsvergleich: Verschiedene Materialien
	Sägespäne	Stroh	Hanf	
Ausmisten	54 (E) 49 (T) 24 (A)	112 (E) 92 (T) 33 (A)	190 (E) 168 (T) 66 (A)	P<0,001 (E, T, A)
Einstreuen	1007 (E) 778 (T) 203 (A)	9590 (E) 7000 (T) 1899 (A)	1625 (E) 1331 (T) 467,5 (A)	P<0,001 (E, T, A)
Mittelwertsvergleich: Ausmisten – Einstreuen	P<0,001 (E, T, A)	P<0,001 (E, T, A)	P<0,001 (E, T, A)	

Tabelle A36: Pferdehaltung: Vergleich der Staubkonzentrationen bei Ausmisten und Einstreuen – verschiedene Einstreumaterialien; (E)=einatembarer Staub, (T)=thorakaler Staub, (A)=alveolengängiger Staub

	Staubkonzentration µg/m ³ – Medianwerte		Mittelwertsvergleich
1	Schweinestall leer vor Reinigung 28 (E) 27 (T) 12 (A)	Schweinestall besetzt (Ruhe) 301,5 (E) 242 (T) 80 (A)	p<0.001 (E, T, A)
2	Schweinestall leer vor Reinigung 28 (E) 27 (T) 12 (A)	Schweinestall – HD-Reinigung 346 (E) 332 (T) 211 (A)	p<0.001 (E, T, A)
3	Schweinestall besetzt (Ruhe) 301,5 (E) 242 (T) 80 (A)	Schweinestall besetzt (Kontrollgang des Landwirts) 388,5 (E) 297 (T) 91 (A)	p<0.001 (E, T, A)

Tabelle A37: Aerosolexposition im Bereich des Schweinestalles (Vollspaltenboden)

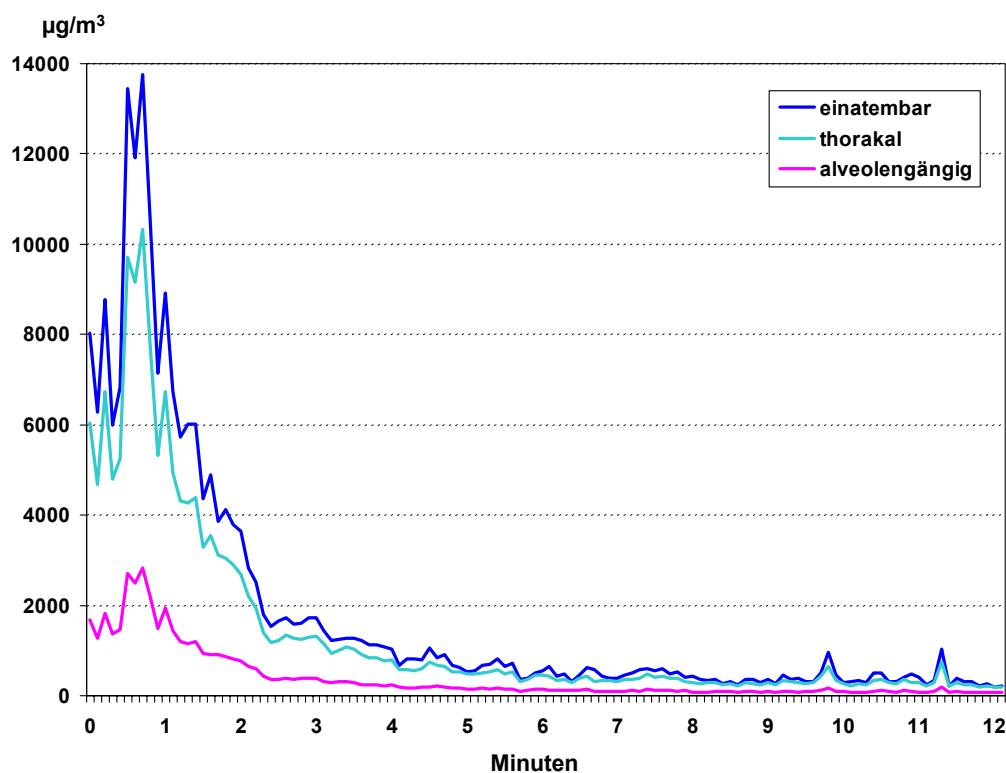
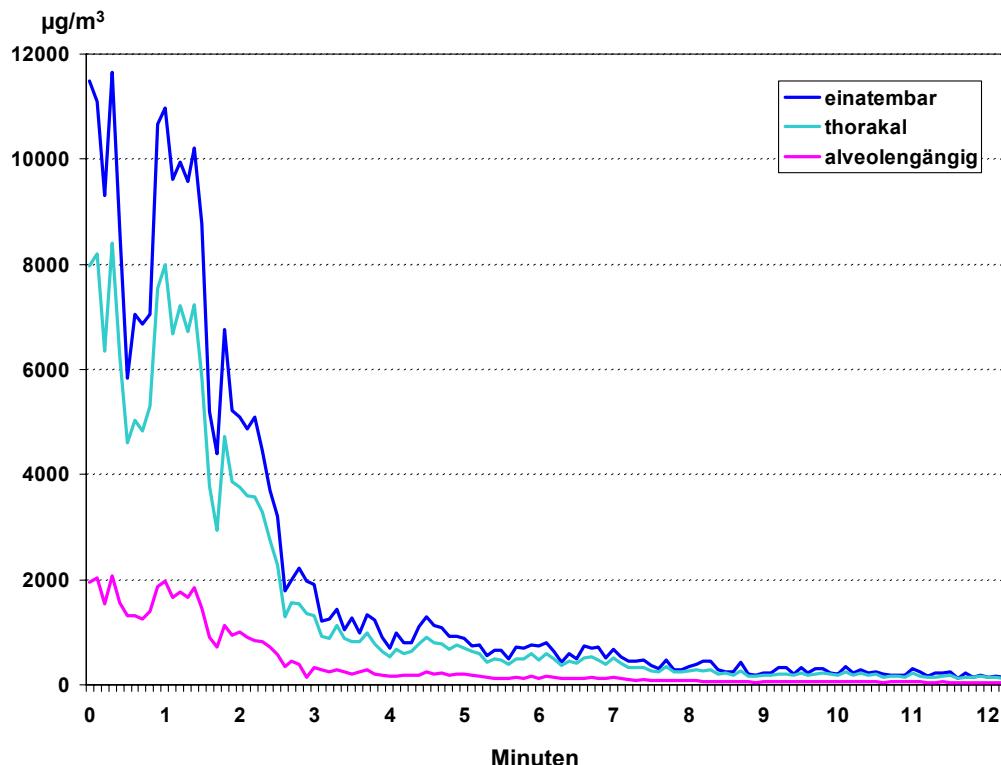


Abbildung A38a: Abfall der Partikelkonzentration nach Einstreuen von Großballenstroh in die Pferdebox (2 Messungen)

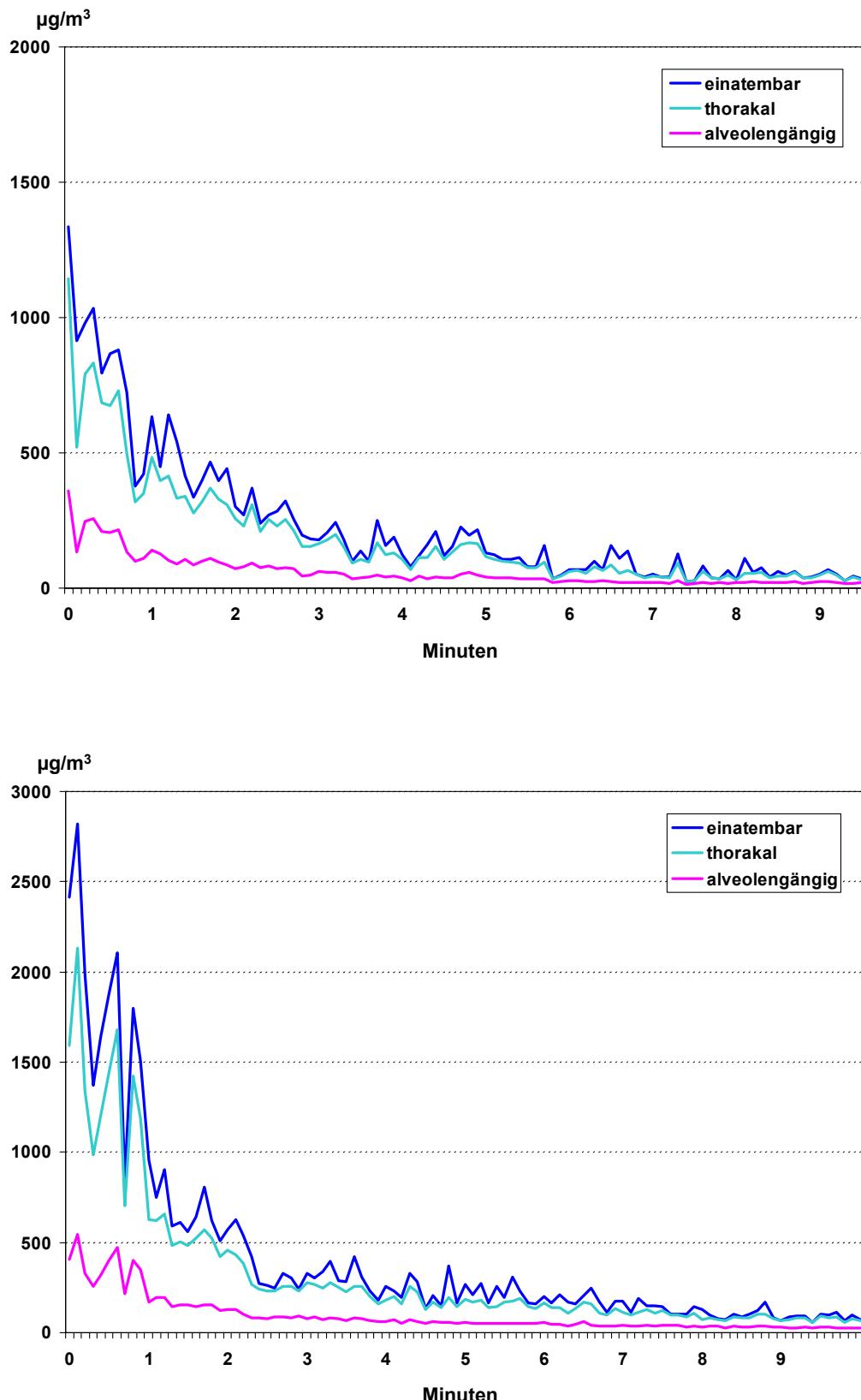


Abbildung A38b: Abfall der Partikelkonzentration nach Einstreuen von Sägespänen in die Pferdebox (2 Messungen)

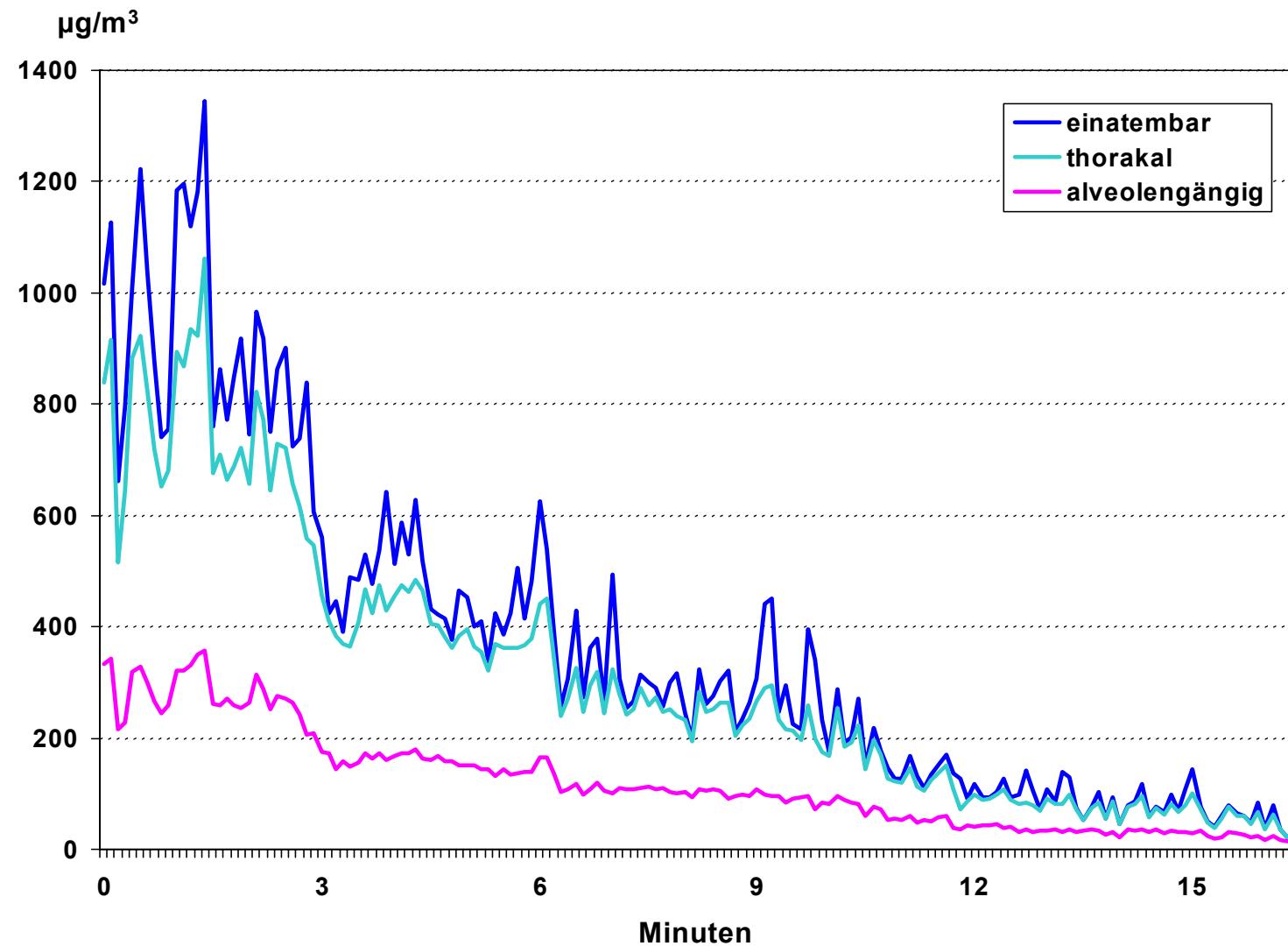


Abbildung A38c: Abfall der Partikelkonzentration nach Einstreu von Hanf in die Pferdebox (1 Messung)

	Anteil alveolengängige Staubfraktion am einatembaren Staub (Median) (E-Staub jeweils in Klammer)			Mittelwertsvergleich: verschiedene Materialien
	Sägespäne	Stroh	Hanf	
Ausmisten	48 % (54 μ g/m ³)	29 % (112 μ g/m ³)	36 % (190 μ g/m ³)	p<0.001
Einstreuen	21 % (1007 μ g/m ³)	20 % (9590 μ g/m ³)	29 % (1625 μ g/m ³)	p<0.001
Box in Ruhe nach Einstreuen (ohne Pferd)	49 % (40,5 μ g/m ³)	31 % (186 μ g/m ³)	44 % (52 μ g/m ³)	p<0.001
Mittelwertsvergleich: Ausmisten – Einstreuen	p<0.001	p<0.001	p<0.001	
Mittelwertsvergleich: Einstreuen – leere Box	p<0.001	p<0.001	p<0.001	

Tabelle A39: Pferdehaltung - Anteil der alveolengängigen Staubfraktion am einatembaren Staub: verschiedene Einstreumaterialien – Ausmisten, Einstreuen, Einzelbox ohne Pferd in Ruhe

Zusammenfassung A40:Multivariates Modell: überdurchschnittliche physikalische / klimatische Belastung

Für folgende Parameter ergab sich in der Analyse ein signifikanter Einfluss (in Klammern: Codierung):

- Stellung im Betrieb: Betriebspächter (Betriebseigner=Referenz)
- Obstanbau (ja=1; nein=0)
- Häufige maschinelle Feldarbeit (ja=1, nein=0)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (Index; MW=0, ± 1)

Modellparameter:

Fallzahl n=135 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 129,1

Chi² (Modell) = 54,126; df=7; p < 0,001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Obstanbau) < 0,001

Sig LR (Betriebspächter) < 0,05

Sig LR (häufige maschinelle Feldarbeit) = 0,053

Sig LR (Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit) < 0,05

Nagelkerkes R² = 0,445

Hosmer Lemeshow's C = 8,191; df=8; p=0,415

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Stellung im Betrieb			4
Betriebspächter	8,80547224	22,6593395	1
Partner vom Eigner / Pächter	-0,88896069	0,58138844	1
Kind >14	-0,9849137	0,98744686	1
Mithelfender Familienangehöriger	-1,60436558	0,72618173	1
Obstanbau	1,76153999	0,45359857	1
Häufige maschinelle Feldarbeit	0,95677073	0,49350167	1
Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit	0,46756039	0,22205719	1
Konstante	-1,42808937	0,52060245	1

Das Modell erwies sich als gut: die Approximation der Varianzaufklärung (Nagelkerkes R²) lag bei etwa 44,5%. Deutlich ist der geschätzte Einfluss des Prädiktors „Einstellung geprägt durch Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ (Abb. A41).

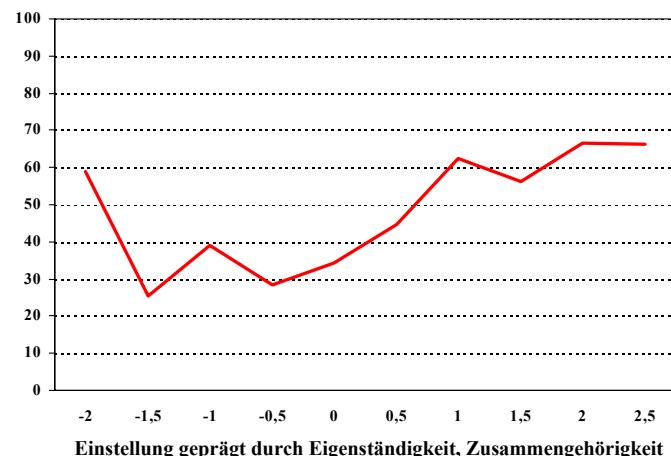


Abb. A41: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Einstellung geprägt durch Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ für eine überdurchschnittliche Belastung durch physikalische / klimatische Faktoren, n=156, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A42:Multivariates Modell: überdurchschnittliche chemische Belastung

Im Modell (beurteilt auf der Basis von Chi²) resultierten fünf Prädiktoren, wobei sich bei vier Variablen ein deutlicher Einfluss des Geschlechts der befragten Personen zeigte. Die Werte des Hosmer-Lemeshow-Tests wie auch die Zunahme des Chi²-Wertes bei Hinzufügen einzelner Variablen ließ die Entscheidung dafür treffen, nur die Prädiktoren:

- Geschlecht * Obstanbau (weiblich=1, männlich=2; ja=1, nein=0)
 - Geschlecht * häufige manuelle Feldarbeit (weiblich=1, männlich=2; ja=1, nein=0)
- in das Modell aufzunehmen.

Keine Berücksichtigung – unter den oben genannten Bedingungen - fanden die Parameter:

- Geschlecht * häufige Tätigkeit im Schweinestall
- Geschlecht * häufige Tätigkeit im Verkauf
- Häufige Arbeit im Kuhstall

Modellparameter:

Fallzahl n=135 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 93,131

Chi² (Modell) = 36,244; df=2; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Geschlecht * Obstanbau) < 0.001

Sig LR (Geschlecht * häufige manuelle Feldarbeit) < 0.01

Nagelkerkes R² = 0,382

Hosmer Lemeshow's C= 2,015; df=4; p=0.733

Variablen in der Gleichung				
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df	
Geschlecht*Obstanbau	1,08572536	0,30345444	1	
Geschlecht*häufige manuelle Feldarbeit	1,09699305	0,33157471	1	
Konstante	-3,90289341	0,63026217	1	

Die Approximation der Varianzaufklärung (Nagelkerkes R²) lag im verwendeten Modell bei nur etwa 38%.

Zusammenfassung A43:Multivariates Modell: überdurchschnittliche psychische Belastung

In der Analyse ergab sich für den Parameter „Einstellung geprägt durch Gefühl von Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ ein signifikanter Einfluss (in Klammern: Codierung):

- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (Index; MW=0, ± 1)

Modellparameter:

Fallzahl n=139 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 154,317

Chi² (Modell) = 17,649; df=1; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit) < 0.001

Nagelkerkes R² = 0,168

Hosmer Lemeshow's C= 4,497; df=8; p=0.810

Variablen in der Gleichung				
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df	
Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit	0,809	0,206	1	
Konstante	-0,929	0,204	1	

Die Erklärkraft des Modells ist nicht besonders gut (Nagelkerkes R²=0,168), die Unterschiede entlang des Einstellungsindex sind aber sehr deutlich.

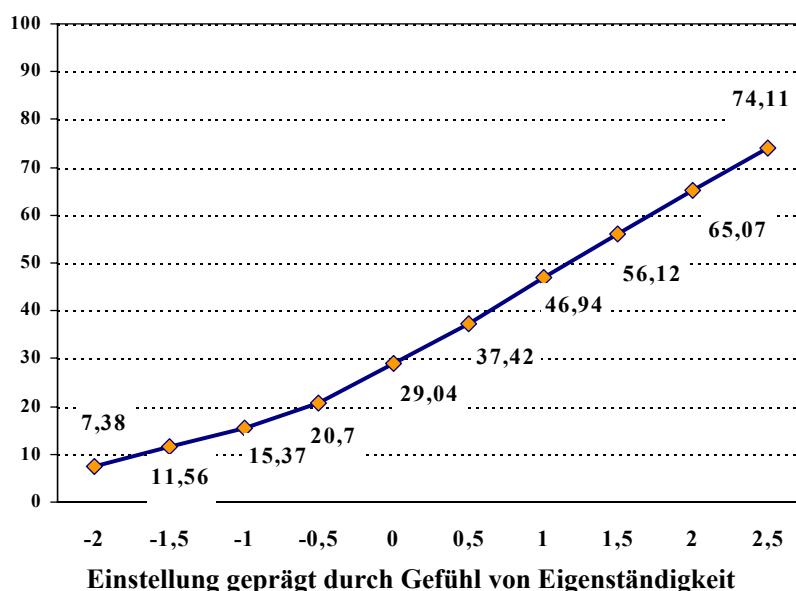


Abb.A44: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Einstellung geprägt durch Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ für eine überdurchschnittliche Belastung durch psychische Faktoren, n=166, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A45:Multivariates Modell: überdurchschnittliche inhalative Belastung

Für folgende Parameter ergab sich in der Analyse ein signifikanter Einfluss (in Klammern: Codierung):

- Produktionsweise (ökologisch bewirtschaftet=1; nicht-ökologisch bewirtschaftet=0)
- Viehindex (4 Kategorien: <5; 5-<25, 25-<50, \geq 50 Vieheinheiten)
- Häufiger Umgang mit Pflanzenschutzmitteln (ja=1, nein=0)
- Häufige maschinelle Feldarbeit (ja=1, nein=0)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (Index; MW=0, \pm 1)

Modellparameter:

Fallzahl n=134 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 117,83

Chi² (Modell) = 67,904; df=5; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Produktionsweise) < 0.05

Sig LR (Viehindex) < 0.001

Sig LR (häufiger Umgang mit Pflanzenschutzmitteln) < 0.01

Sig LR (häufige maschinelle Feldarbeit) < 0.05

Sig LR (Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit) < 0.01.

Nagelkerkes R² = 0,530

Hosmer Lemeshow's C= 9,134; df=8; p=0.331

Variablen in der Gleichung		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Produktionsweise		-1,59029461	0,69287503	1
Viehindex		0,04821651	0,01167614	1
Häufiger Umgang mit Pflanzenschutzmitteln		3,02374075	0,90162663	1
Häufige maschinelle Feldarbeit		1,06857103	0,48402942	1
Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit		0,85370623	0,26610285	1
Konstante		-1,61626918	0,41465436	1

Das Modell erwies sich als gut: die Approximation der Varianzaufklärung (Nagelkerkes R²) lag bei etwa 53%. Auch hier ist der geschätzte Einfluss des Prädiktors „Einstellung“ geprägt durch „Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ deutlich (Abb. A46).

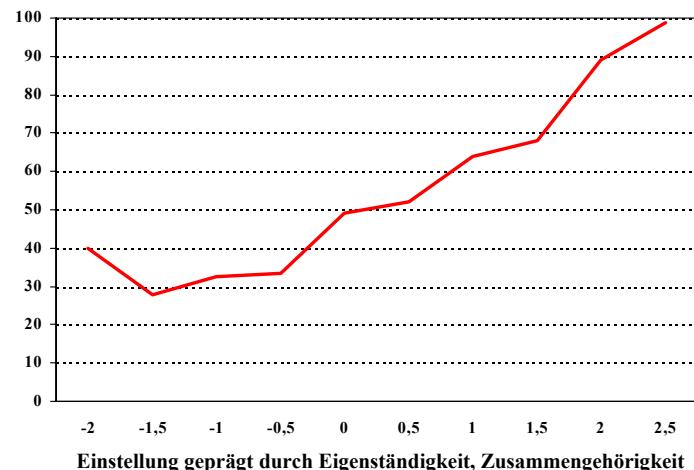


Abb. A46: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Einstellung geprägt durch Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ für eine überdurchschnittliche inhalative Belastung, n=153, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A47:Multivariates Modell: überdurchschnittliche Belastung durch Unfallgefahr

In der logistischen Regressionsanalyse ergab sich ein signifikanter Einfluss für die Parameter (in Klammern: Codierung):

- Geschlecht (weiblich=1, männlich=2)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (Index; MW=0, ± 1)
- Einstellung: Angebundensein an Betrieb (Index; MW=0, ± 1)

Modellparameter:

Fallzahl n=144 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 175,714

Chi² (Modell) = 21,656; df=3; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Geschlecht) < 0.01

Sig LR (Einstellung: Eigenständigkeit) < 0.01

Sig LR (Einstellung: Angebundensein) < 0.05

Nagelkerkes R² = 0,187

Hosmer Lemeshow's C= 13,627; df=8; p=0.092

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Geschlecht	1,1715995	0,38302313	1
Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit	0,49295937	0,18892254	1
Einstellung: Angebundensein an Betrieb	0,42870655	0,1873285	1
Konstante	-2,17292481	0,65783655	1

Die Erklärkraft des Modells ist nicht besonders gut (Nagelkerkes R²=0,187), die Unterschiede entlang der Einstellungsindizes und zwischen Männern und Frauen sind sehr deutlich (Abb.A48).

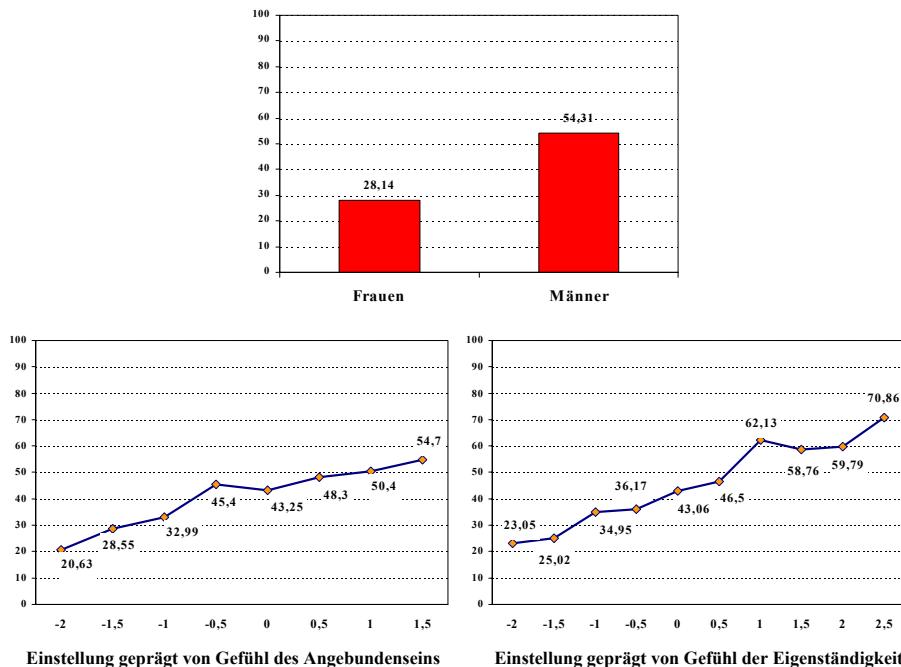


Abb. 48: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren für eine überdurchschnittliche Belastung aufgrund von Unfallgefahr, n=166, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A49:Multivariates Modell: überdurchschnittliche körperliche Belastung

Für folgende Parameter ergab sich in der Analyse ein signifikanter Einfluss (in Klammern: Codierung):

- Obstanbau (ja=1, nein=0)
- Wöchentliche Arbeitszeit (gruppiert: <20h, 20-39h, 40-59h, ≥60h)

Modellparameter:

Fallzahl n=137 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 113,613

Chi² (Modell) = 25,145; df=2; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Obstanbau) < 0.01

Sig LR (wöchentliche Arbeitszeit) < 0.01

Nagelkerkes R² = 0,263

Hosmer Lemeshow's C= 5,787; df=7; p=0.565

Variablen in der Gleichung				
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df	
Obstanbau	1,87001598	0,55139497	1	
wöchentliche Arbeitszeit, gruppiert	0,03408119	0,01030476	1	
Konstante	-0,5424867	0,45106862	1	

Zusammenfassung A50:Multivariates Modell: überdurchschnittliche Gesamtbelastung

Für folgende Parameter ergab sich in der Analyse ein signifikanter Einfluss (in Klammern: Codierung):

- Produktionsweise (ökologisch bewirtschaftet=1; nicht-ökologisch bewirtschaftet=0)
- Stellung im Betrieb: Pächter, mithelf. Familienangehöriger (Betriebseigner=Referenz)
- Häufige maschinelle Feldarbeit (ja=1, nein=0)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (Index; MW=0, ±1)

Modellparameter:

Fallzahl n=137 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 122,8

Chi² (Modell) = 65,452; df=7; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Produktionsweise) < 0.05

Sig LR (Partner des Eigners / Pächters) < 0.01

Sig LR (mithelfender Familienangehöriger) < 0.05

Sig LR (häufige maschinelle Feldarbeit) < 0.05

Sig LR (Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit) < 0.001.

Nagelkerkes R² = 0,508

Hosmer Lemeshow's C= 2,056; df=8; p=0.979

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Produktionsweise	-1,56163581	0,66826004	1
Stellung im Betrieb			4
Betriebspächter	7,82228741	24,2516912	1
Partner des Eigners / Pächters	-1,59197356	0,56823933	1
Kind >14	-0,86511499	0,92608642	1
Mithelfender Familienangehöriger	-1,61383879	0,70117257	1
Häufige maschinelle Feldarbeit	1,12747622	0,49027474	1
Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit	1,11347503	0,2715101	1
Konstante	0,58496889	0,45995004	1

Das Modell erwies sich als gut: die Approximation der Varianzaufklärung (Nagelkerkes R²) lag bei etwa 50%.

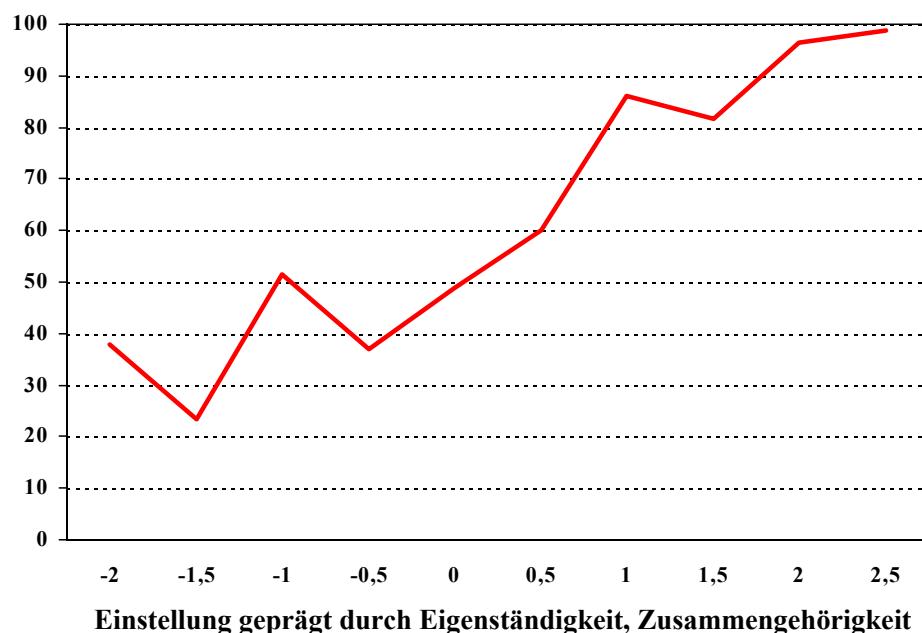


Abb. A51: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors "Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit" für eine überdurchschnittliche Gesamtbelastung aufgrund von Unfallgefahr, n=156, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A52:Multivariates Modell: überdurchschnittliche Angabe von Beschwerden von Seiten der Haut

Für folgende Parameter ergab sich in der Analyse ein signifikanter Einfluss (in Klammern: Codierung):

- häufige Ausführung manueller Feldarbeit (ja=1, nein=0)
- wöchentliche Arbeitszeit (gruppiert: <20h, 20-39h, 40-59h, ≥60h)
- Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress (Index; MW=0, ±1)

Modellparameter:

Fallzahl n=156 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 195,6

Chi² (Modell) = 18,567; df=3; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (häufige manuelle Feldarbeit) < 0.05

Sig LR (wöchentliche Arbeitszeit) < 0.01

Sig LR (Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress) < 0.05

Nagelkerkes R² = 0,150

Hosmer Lemeshow's C = 9,538; df=8; p=0.299

Variablen in der Gleichung

	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Häufige manuelle Feldarbeit	0,69441654	0,35028371	1
Wöchentliche Arbeitszeit	0,02036677	0,00750103	1
Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress	0,45169025	0,17584243	1
Konstante	-0,97981849	0,3988095	1

Die Erklärkraft des Modells ist nicht besonders gut (Nagelkerkes R²=0,150), die Unterschiede zwischen den Tätigkeitsgruppen, mit Zunahme der Wochenarbeitszeit und entlang des Einstellungsindex sind jedoch deutlich (Abb. A53).

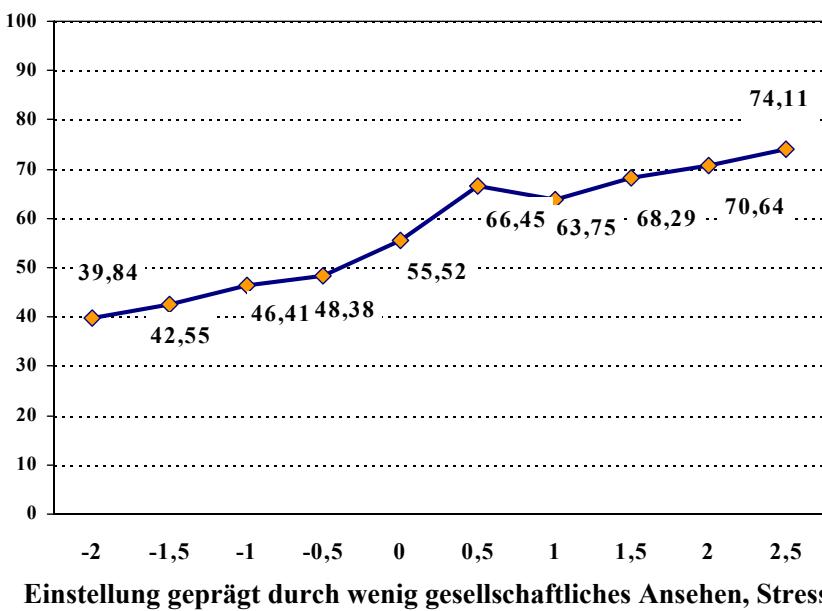


Abb. A53: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Einstellung geprägt durch wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress“ für überdurchschnittliche Beschwerden von Seiten der Haut, n=156, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A54:**Multivariates Modell: überdurchschnittliche Angabe von Beschwerden von Seiten der Atemwege****A:** nur Parameter mit signifikantem Einfluss wurden in das Modell eingeschlossen.

(in Klammern: Codierung):

- Obstanbau (ja=1, nein=0)
- Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress (Index; MW=0, ±1)

Modellparameter:

Fallzahl n=156 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) =196,555

Chi² (Modell) = 18,448; df=2; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Obstanbau) < 0.01

Sig LR (Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress) < 0.01

Nagelkerkes R² = 0,149

Hosmer Lemeshow's C= 3,876; df=8; p=0.868

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Obstanbau	-0,9977983	0,35248694	1
Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress	0,60282463	0,18137845	1
Konstante	0,25925793	0,22916464	1

B: Trotz fehlender Signifikanz wurden auch die Parameter „Rauchen“ und „Pferdehaltung“ (jeweils p<0,1) wurden in das Modell eingeschlossen.

Es resultierten (in Klammern: Codierung):

- Obstanbau (ja=1, nein=0)
- Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress (Index; MW=0, ±1)
- Rauchen (aktueller Raucher=1, Ex- oder Nichtraucher=0)
- Pferdehaltung (ja=1, nein=0)

Modellparameter:

Fallzahl n=153 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) =186,765

Chi² (Modell) = 23,865; df=4; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Obstanbau) < 0.01

Sig LR (Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress) < 0.01

Sig LR (Pferdehaltung) = 0.095

Sig LR (Rauchen) = 0.085

Nagelkerkes R² = 0,193

Hosmer Lemeshow's C= 2,200; df=8; p=0.974

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Rauchen	1,01226564	0,58819748	1
Pferdehaltung	1,2095216	0,7236594	1
Obstanbau	-1,09807234	0,36806451	1
Einstellung: wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress	0,52266248	0,18688225	1
Konstante	0,09918916	0,24096581	1

Die Erklärkraft beider Modelle ist nicht besonders gut (Nagelkerkes $R^2=0,149$ bzw. $0,193$), die Unterschiede zwischen den Gruppen und entlang des Einstellungsindex sind jedoch deutlich (Abb. A55).

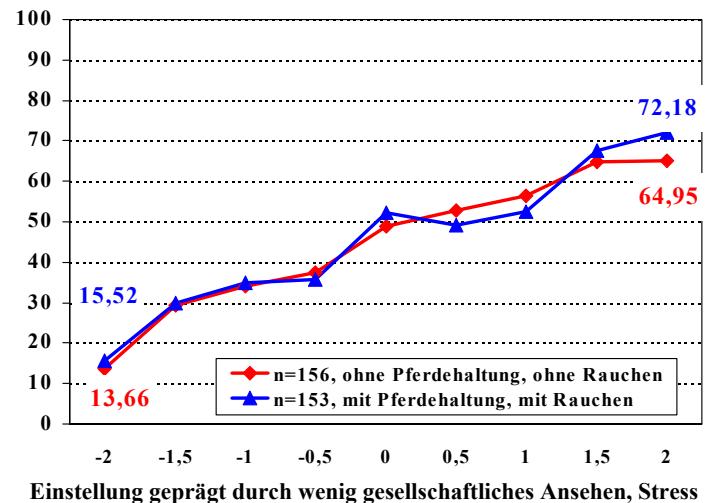


Abb. A55: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Einstellung geprägt durch wenig gesellschaftliches Ansehen, Stress“ für überdurchschnittliche Beschwerden von seiten der Atemwege, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A56:**Multivariates Modell: überdurchschnittliche Angabe von Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Traktes**

Als einziger beeinflussender Parameter resultierte die Stellung im Betrieb (Betriebs-eigner = Referenz).

Modellparameter:

Fallzahl n=170 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 208,209

Chi² (Modell) = 14,857; df=4; p < 0.01

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Partner des Eigners / Pächters) < 0.05

Nagelkerkes R² = 0,115

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Stellung im Betrieb			4
Betriebspächter	-7,1757406	13,8569001	1
Partner vom Eigner / Pächter	-0,84949325	0,38262418	1
Kind > 14	-1,2733075	0,69007191	1
Mithelfender Familienangehöriger	-0,89031525	0,53412559	1
Konstante	-0,02597549	0,22794038	1

Die Erklärkraft des Modells ist nicht besonders gut (Nagelkerkes R²=0,115), die Unterschiede in der Nennung der Beschwerden zwischen den Gruppen wird jedoch deutlich (Abb. A57).

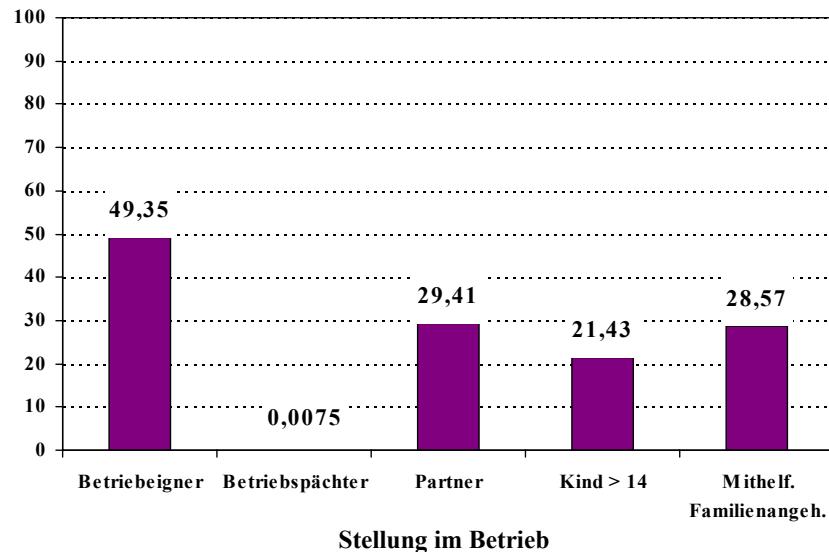


Abb. A57: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Stellung im Betrieb“ auf überdurchschnittliche Beschwerden von Seiten des Magen-Darm-Traktes, n=170, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A58:Multivariates Modell: überdurchschnittliche Angabe von muskuloskelettauen Beschwerden

Es resultierten die folgenden Parameter (in Klammern: Codierung):

- Alter (gruppiert; ≤19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79a, Referenz: ≤19a)
- Pferdehaltung (ja=1, nein=0)
- Weinbau (ja=1, nein=0)
- Einstellung: Angebundensein an Betrieb (Index; MW=0, ±1)

Modellparameter:

Fallzahl n=156 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 176,679

Chi² (Modell) = 39,352; df=9; p < 0.01

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Alter) < 0.05

Sig LR (Altersgruppe: 50-59a) < 0.05

Sig LR (Pferdehaltung) < 0.05

Sig LR (Weinbau) < 0.01

Sig LR (Einstellung: Angebundensein an Betrieb) = 0.052

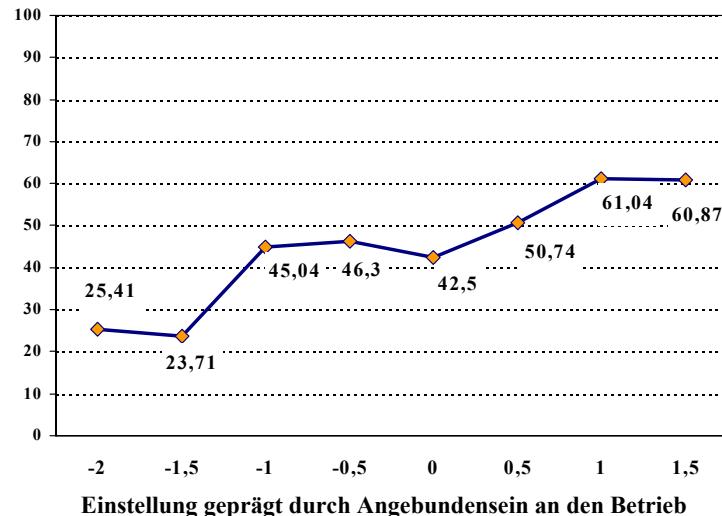
Nagelkerkes R² = 0,297

Hosmer Lemeshow's C= 5,221; df=8; p=0.734

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Alter			6
Altersgruppe 20-29	-0,90586257	1,35851344	1
Altersgruppe 30-39	1,47756837	0,9098753	1
Altersgruppe 40-49	1,21955673	0,9020807	1
Altersgruppe 50-59	2,45635126	1,00556713	1
Altersgruppe 60-69	-0,56970465	1,25204179	1
Altersgruppe 70-79	0,31906608	1,23955612	1
Pferdehaltung	1,74608999	0,74479464	1
Weinbau	1,04355059	0,38531629	1
Einstellung: Angebundensein an Betrieb	0,36995806	0,19038119	1
Konstante	-1,95683684	0,87899965	1

Die Approximation der Varianzaufklärung lag im vorliegenden Modell bei knapp 30% (Nagelkerkes R²=0,297), die Unterschiede in der Nennung der Beschwerden zwischen den Gruppen waren jedoch deutlich (Abb. A59).

Abb. A59: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Einstellung: Angebundensein an Betrieb“ auf überdurchschnittliche muskuloskelettaue Beschwerden, n=156, Score max. 100 Punkte



Zusammenfassung A60:Multivariates Modell: überdurchschnittliche Angabe von Beeinträchtigungen des Allgemeinbefindens

Es resultierten die folgenden Parameter (in Klammern: Codierung):

- Alter (gruppiert; ≤19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79a, Referenz: ≤19 a)
- Häufiger Umgang mit Pflanzenschutzmitteln (ja=1, nein=0)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (Index; MW=0, ±1)

Modellparameter:

Fallzahl n=166 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 188,298

Chi² (Modell) = 40,958; df=8; p < 0.001

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Alter) < 0.01

Sig LR (Umgang mit Pflanzenschutzmitteln) < 0.05

Sig LR (Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit) < 0.01

Nagelkerkes R² = 0,292

Hosmer Lemeshow's C= 9,618; df=8; p=0.293

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Alter			6
Altersgruppe 20-29	-1,15025042	0,87246684	1
Altersgruppe 30-39	-0,83094107	0,66505218	1
Altersgruppe 40-49	0,66487944	0,66467846	1
Altersgruppe 50-59	1,225721	0,78421362	1
Altersgruppe 60-69	-0,62454125	0,9305432	1
Altersgruppe 70-79	-7,28335955	14,8955645	1
Umgang mit Pflanzenschutzmitteln	-1,31219668	0,53475919	1
Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit	0,50472511	0,18780013	1
Konstante	0,40126498	0,57967793	1

Die Approximation der Varianzaufklärung lag im vorliegenden Modell bei knapp 30% (Nagelkerkes R²=0,292), die Unterschiede in der Nennung der Beschwerden zwischen den Gruppen waren jedoch deutlich (Abb. A61).

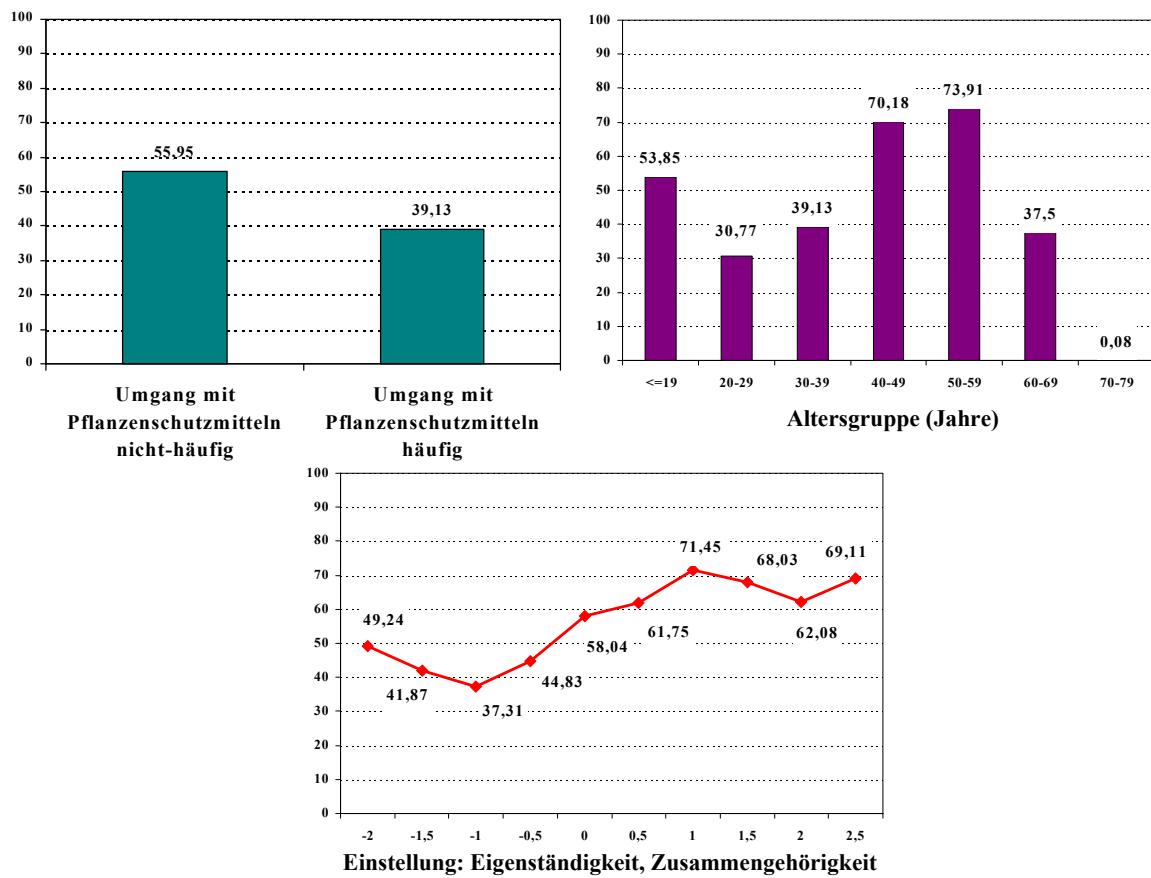


Abb. A61: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss der Prädiktoren „häufiger Umgang mit Pflanzenschutzmitteln“, „Altersgruppe“ und „Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ auf überdurchschnittliche Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens, n=166, Score max. 100 Punkte

Zusammenfassung A62:

Multivariates Modell: überdurchschnittlich hohe Werte im Gesamtindex über alle Beschwerdengruppen

Es resultierten die folgenden Parameter (in Klammern: Codierung):

- Geschlecht (1=weiblich, 2=männlich)
- Alter (gruppiert; ≤19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79a, Referenz: ≤19a)
- Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit (Index; MW=0, ±1)

Modellparameter:

Fallzahl n=166 (von 170 gültigen Fragebögen)

-2LL (Modell) = 190,188

Chi² (Modell) = 39,352; df=9; p < 0.01

Signifikanz der logistischen Regression:

Sig LR (Geschlecht) < 0.01

Sig LR (Altersgruppe: 50-59a) < 0.05

Sig LR (Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit) < 0.01

Nagelkerkes R² = 0,285

Hosmer Lemeshow's C= 8,989; df=8; p=0.343

Variablen in der Gleichung			
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	df
Geschlecht	-1,07328567	0,37296599	1
Alter			6
Altersgruppe 20-29	0,05893528	0,88218506	1
Altersgruppe 30-39	-0,00869173	0,7082048	1
Altersgruppe 40-49	0,75425291	0,69642018	1
Altersgruppe 50-59	1,67902016	0,80113902	1
Altersgruppe 60-69	-0,28887478	0,97896458	1
Altersgruppe 70-79	-6,16895908	14,779501	1
Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit	0,64041961	0,18498541	1
Konstante	1,32029046	0,81839017	1

Die Approximation der Varianzaufklärung lag im vorliegenden Modell bei knapp 30% (Nagelkerkes R²=0,285), die Unterschiede in der Nennung der Beschwerden zwischen den Gruppen waren jedoch deutlich (Abb. A63).

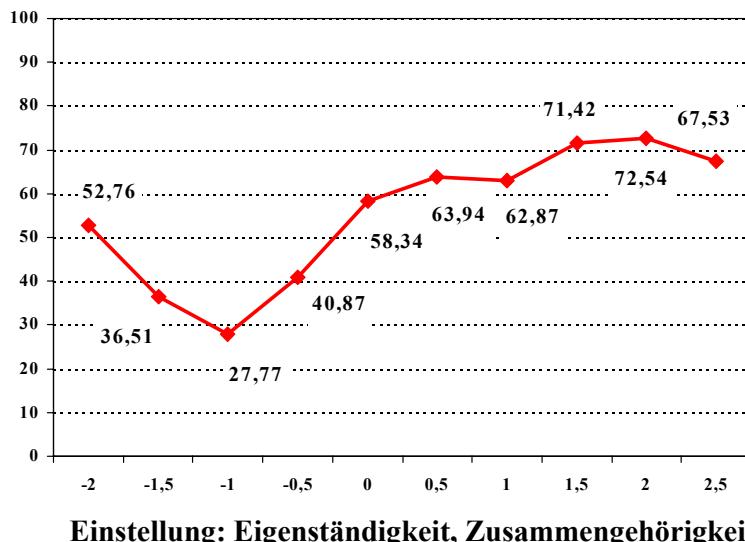


Abb. A63: Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse: geschätzter Einfluss des Prädiktors „Einstellung: Eigenständigkeit, Zusammengehörigkeit“ auf überdurchschnittlich hohe Werte im Gesamtindex über alle Beschwerdengruppen, n=166, Summenscore max. 100 Punkte

Abwasserwirtschaft: Kläranlagen				
Teilbereich	Kläranlage	Spitzenwert		
		Bakterien [KBE/m ³]	Schimmelpilze [KBE/m ³]	Endotoxine [EU/m ³]
Ablauf Belebungsbecken (Oberflächenbelüfter, eingehaust)	A	61.334	nicht bestimmt	231,2
Nachklärung (mit Sprücheinrichtung)	A	2.707		149,4
Essener Becken	B	12.667		56,5
Festbettreaktor (eingehaust und abgesaugt)	B	54		8,5
mittelblasige Belüftung	B	14		3,5
feinblasige Belüftung	C	840		3,6
feinblasige Belüftung (Festbettreaktor)	C	100		3,0
Schlammstilos belüftete Belebung Belüfteter Sandfang	D	600 348 264		nicht bestimmt
Bürstenbelüftung	E	360		nicht bestimmt
Teilbereich	Kammerfilter- presse	Spitzenwert		
Entleerung der Pressen (Abwurf)	A	253		4,2
Reinigen (Spülvorgang)	B	10.000		261,7
Reinigen (Spülvorgang)	C	122.000 102.000		942,86
Nach Reinigung	C	7.134		
Teilbereich	Hochdruckka- nalreinigung	Spitzenwert		
HDS* – kommunale Abwässer	Stadt A	1.334		10,29
HDSR** - kommunale Abwässer	Stadt A	2.572		280,71
HDS* – Lebensmittelproduktion	Stadt A	2.715		38,57
HDS* – Krankenhaus	Stadt A	9.143		101,43
HDS* – kommunale Abwässer	Stadt B	3.810		27,84
HDSR** – kommunale Abwässer	Stadt B	6.030		25,08

*HDS: Hochdruckreinigung des Kanals mit Frischwasser

** HDSR: Hochdruckreinigung des Kanals mit recyceltem Abwasser

**Tabelle A64a: Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe aus der Entsorgungs-
wirtschaft - Abwasser, eigene Daten^{5 6 7}**

Teilbereich		Müllsammlung	Spitzenwert		
Fahrer	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B	nicht be-stimmt	4.000 (2.070)	16,85
Holer	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B		353 (grenzwert)	29,50
Schütter	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B		209.000 (36.800)	88,10
Teilbereich		Mulche	Spitzenwert		
Siebtrommel	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B	543.000	13.700 (10.700)	256,46
Kassenhaus	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B	8.730	27.100 (41.100)	11,99
Fahrer	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B	42.400	11.800 (8.210)	28,57
Teilbereich		Müllverbren-nung	Spitzenwert		
Fegen – Müllbunker	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B	138.000	2.550.000 (1.750.000)	1.271,43
Krankanzel – Müllbunker	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B	5.900	323.000 (200.000)	19,90
Anlieferung – Müllbunker	(<i>A. fumigatus</i>)	Stadt B	32.400	1.530.000 (243.000)	261,90

Tabelle A64b: Belastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe aus der Entsorgungs-wirtschaft - Abfall, eigene Daten ⁵⁶⁷

Material	Handelsprodukt	Saugvermögen (g Wasser)	Keimgehalt im Über- stand (KBE/ml)		pH-Wert-Änderung nach Zugabe von	
			Bakterien	Pilze	Wasser	Urin
Sägespä-ne/Holz	Allspan® - ent-staubte Sägespä-ne	25,9	130	5	5,6	7,8
	Biotruciolo® - Hobelrspäne mit Bak- terienmischung	33,2	90	10	6,6	8,0
	Unbehandelte Späne	15,9	13.900	93.000	5,4	7,7
	Tierwohl-Super® - entstaubtes Weichholzgranulat	33,0	20	5	5,2	8,0
Stroh	Biolan® - Pellets	53,0	12.300	7	7,5	8,5
	Kleinballen	37,0	7.600.000	550	8,0	8,6
	Kleinballen ge-häcksel	33,1	11.400.000	3.200	8,7	8,7
	Rundballen	35,6	12.900.000	1.340.000	8,1	8,5
Leinstroh	Euro-Lin®	47,0	450.000	400	6,6	8,4
Hanfstroh	Fa. BAFA	28,4	54.000.000	26.000	7,1	8,4
Mischung aus Stroh, Torf, Spänen	Sodomaat®	24,2	14.200.000	240.000	7,5	8,3

Tabelle A65: Ergebnisse der Testung verschiedener Einstreumaterialien in der Pferdehaltung, nach Cavallo, Heft 10/2000.

Im Anhang zitierte Literatur:

-
- ¹ Anonymous: Aktuelle FSME-Risikogebiete in Deutschland, Epidemiologisches Bulletin, 42/97, 1997, 293-294.
- ² Anonymous: Verbreitung der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in Deutschland und Schlußfolgerungen für die Prävention – Kartographische Darstellung, Epidemiologisches Bulletin 27/98, 1998, 195.
- ³ Anonymous: Risikogebiete der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in Deutschland, Epidemiologisches Bulletin 16/99, 1999, 115.
- ⁴ Anonymous: Risikogebiete der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), Epidemiologisches Bulletin 16/01, 2001, 105-106.
- ⁵ Steinberg, R., Rieger, M.A., Nübling, M., Lohmeyer, M., Hofmann, F.: Biologische Belastungen in der Abwasserwirtschaft – Messung von luftgetragenen Bakterien, Schimmelpilzen und Endotoxinen, in: Schäcke, G. und Lüth, P. (Hrsg.): Dokumentationsband über die 40. Jahrestagung der DGAUM in Berlin, 15.-18. Mai 2000, Rindt-Druck, Fulda, 2000, 464-467.
- ⁶ Steinberg, R.: Biologische Arbeitsstoffe in der Abwasserwirtschaft - Belastungen und Beanspruchungen von Beschäftigten in Arbeitsbereichen der Abwasserwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Gefährdung durch Biologische Arbeitsstoffe, Dissertation Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, ATV-DVWK (Hrsg.), GFA, Hennef, 2001, 353 –356.
- ⁷ Studien- und Diplomarbeiten am Fachbereich Sicherheitstechnik, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, WS 2001/2002: cand-Ing. Yvonne Orzel, cand-Ing. Lars Angler, cand-Ing. Heiko Diefenbach, Dipl.-Ing. Ulrich Vornhof.